

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

А.В. Рачинских, А.Д. Стрекаловская

# **ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Учебное пособие

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Оренбург  
2021

УДК 615.47 (075.8)  
ББК 53.5я73  
Р27

Рецензент – кандидат технических наук, доцент Т.И. Пискарева

**Рачинских, А.В.**

Р27 Эксплуатация и техническое обслуживание диагностического оборудования : учебное пособие / А.В. Рачинских, А.Д. Стрекаловская ; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2021. – 111 с.  
ISBN

В учебном пособии изложены вопросы ремонта, периодических испытаний медицинского оборудования. В пособие изложены основные подходы к проведению ремонта медицинского оборудования как в сервисной организации так и силами ЛПУ. Это позволит обеспечить нормальное функционирование различного оборудования, тем самым сократит затраты на мероприятия, нацеленные на восстановление работоспособности медицинского оборудования.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, по профилю «Инженерное дело в медико-биологической практике», изучающих дисциплины «Поверка, безопасность и надежность медицинской техники», «Диагностика и ремонт медицинской техники» и «Эксплуатация и техническое обслуживание изделий медицинской техники».

УДК 615.47 (075.8)  
ББК 53.5я73

ISBN

© Рачинских А.В.,  
Стрекаловская А.Д., 2021  
© ОГУ, 2021

## Содержание

1 Описание и работа.....	5
1.1 Назначение изделия .....	5
1.2 Технические характеристики .....	5
1.3 Органы управления и задание режимов работы .....	10
1.3.1 Панель управления.....	10
1.3.2 Начальные установки.....	13
1.3.3 Редактирование основных параметров при ручном способе задания .....	14
1.3.4 Редактирование в первой области .....	15
1.3.5 Редактирование во второй области .....	16
1.3.6 Редактирование в третьей области .....	16
1.3.7 Редактирование в четвертой области .....	17
1.3.8 Запуск/остановка магнитотерапевтического воздействия .....	18
1.3.9 Создание и вызов программ воздействий.....	18
1.3.10 Работа под управлением от ЭВМ .....	19
1.3.11 Работа в режимах внешней синхронизации .....	19
1.3.12 Работа в технологическом режиме .....	19
1.4 Принцип функционирования аппарата .....	20
1.5 Работа функциональных узлов .....	22
2 Текущий ремонт аппарата .....	29
2.1 Общие указания.....	29
2.2 Меры безопасности .....	32
3 Текущий ремонт составных частей аппарата .....	36
4 Периодические испытания и испытания после ремонта изделий медицинских электрических .....	50
4.1 Периодические испытания и испытания после ремонта изделий медицинских электрических применяются: .....	50
4.2 Испытание до ввода в эксплуатацию, после внесения изменений и после ремонта .....	50

4.3 Периодические испытания .....	51
5 Испытания .....	51
5.1 Общие положения .....	52
5.2 Визуальный контроль .....	52
5.3 Измерения .....	53
5.3.1 Измерение сопротивления защитного заземления .....	53
5.3.2 Токи утечки .....	56
5.3.3 Измерение тока утечки оборудования .....	58
5.3.3.1 Альтернативный метод .....	58
5.3.3.2 Прямой метод .....	59
5.3.3.3 Дифференциальный метод .....	60
5.3.3.4 Измерение тока утечки рабочей части .....	61
5.3.3.5 Альтернативный метод .....	62
5.3.3.6 Прямой метод .....	63
5.3.4 Измерение сопротивления изоляции .....	66
5.4 Функциональные испытания .....	68
6 Результаты испытаний и оценка .....	69
6.1 Отчетность о результатах .....	69
6.2 Оценка .....	69
Приложение А (справочное) .....	71
Приложение Б (справочное) .....	78
Приложение В (справочное) .....	81
Приложение Г (справочное) .....	83
Приложение Д (справочное) .....	84
Приложение Е (справочное) .....	89
Приложение Ж (справочное) .....	91
Приложение И (справочное) .....	92
Приложение К (справочное) .....	93
Приложение Л (справочное) .....	94
Список использованных источников .....	109

# 1 Описание и работа

## 1.1 Назначение изделия

Аппарат предназначен для лечения низкочастотным, низкоинтенсивным импульсным магнитным полем больных с острыми и хроническими заболеваниями сердечно-сосудистой, бронхолегочной, нервной, опорно-двигательной систем; с заболеванием внутренних органов; нарушения иммунитета, при травматических повреждениях и их осложнениях.

Аппарат эксплуатируется в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от плюс 10 °С до плюс 35 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре плюс 25 °С.

## 1.2 Технические характеристики

Внешний вид аппарата приведен на рисунке 1.

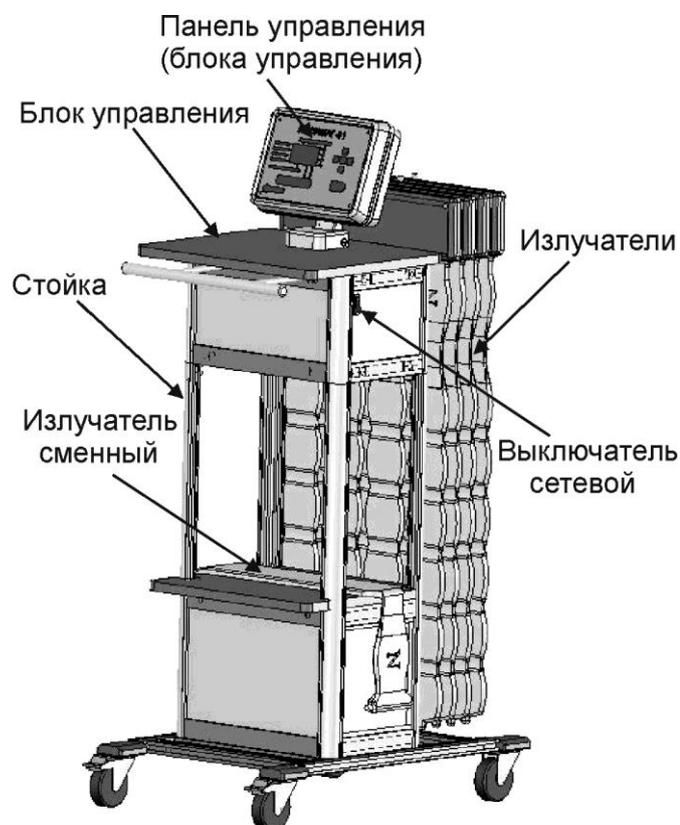


Рисунок 1 - Внешний вид аппарата

Внешний вид излучателя приведен на рисунке 2.

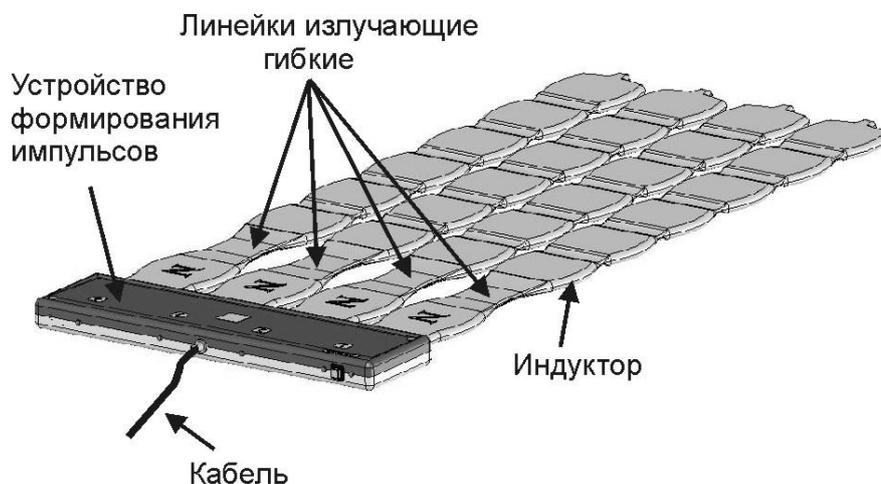


Рисунок 2 - Внешний вид излучателя

Габаритные размеры и масса составных частей аппарата магнитотерапевтического «Полимаг-01» приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Габаритные размеры и масса составных частей аппарата

Наименование составной части	Габаритные размеры, мм, не более			Масса, кг, не более
	длина	ширина	высота	
Блок управления	400	380	435	12
Излучатель	1000	400	40	4,0
Излучатель сменный	900	120	20	1,0

Аппарат формирует два вида импульсного магнитного поля – «бегущее» и «неподвижное».

В основных излучателях «бегущее» магнитное поле имеет три типа разверток и два направления этих разверток:

- «бегущая горизонталь» (рисунок 3) - одновременное возбуждение всех индукторов в одной линейке с последующим однонаправленным возбуждением всех индукторов соседней линейки по циклическому закону;

- цикл для данного типа развертки составляет четыре «шага» возбуждения линейек индукторов (по числу линеек в излучателе);

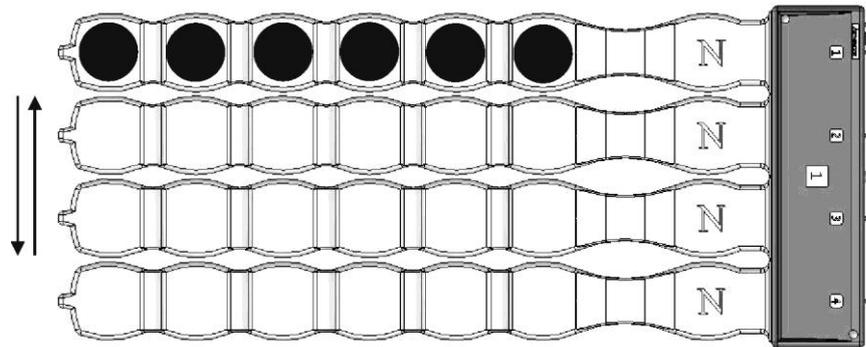


Рисунок 3 - Типа развертки «бегущая горизонталь»

- «бегущая вертикаль» (рисунок 4) - одновременное возбуждение одноименных индукторов во всех линейках с последующим однонаправленным возбуждением соседних индукторов по циклическому закону;

- цикл для данного типа развертки составляет шесть «шагов» возбуждения соседних индукторов (по числу индукторов в линейке);

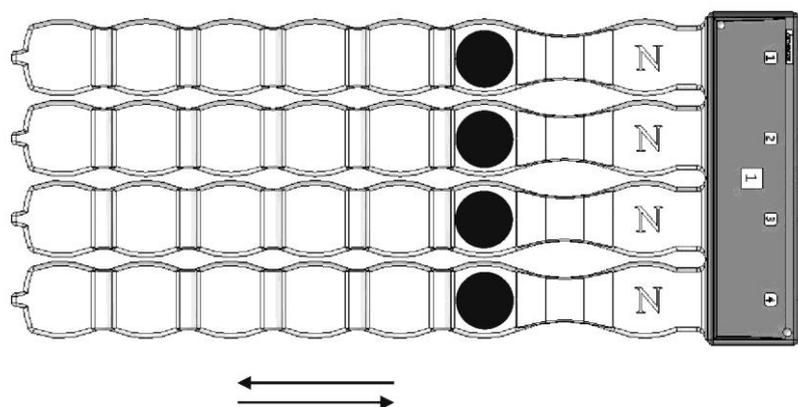


Рисунок 4 - Типа развертки «бегущая вертикаль»

- «бегущая диагональ» (рисунок 5) - одновременное возбуждение во всех линейках 4-х индукторов, расположенных по диагонали с последующим однонаправленным возбуждением соседних индукторов по циклическому закону;

- цикл для данного типа развертки составляет шесть «шагов» возбуждения соседних индукторов (по числу индукторов в линейке).

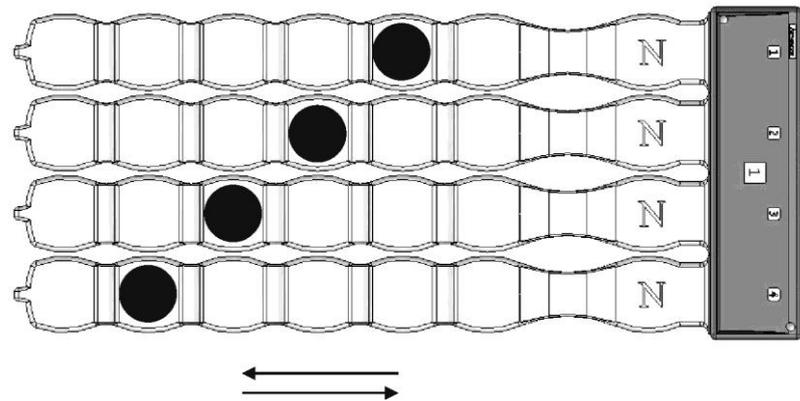


Рисунок 5 - Типа развертки «бегущая диагональ»

В сменном излучателе «бегущее» поле (рисунок 6) - возбуждение индукторов по циклическому закону в одном направлении; цикл для линейки составляет шесть "шагов" возбуждения соседних индукторов (по числу индукторов в линейке).

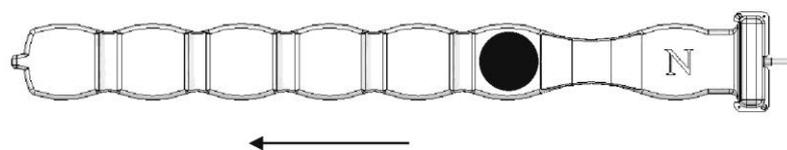


Рисунок 6 - Типа развертки «бегущая поле»

«Неподвижное поле» (рисунок 7) - одновременное возбуждение всех индукторов излучателей.

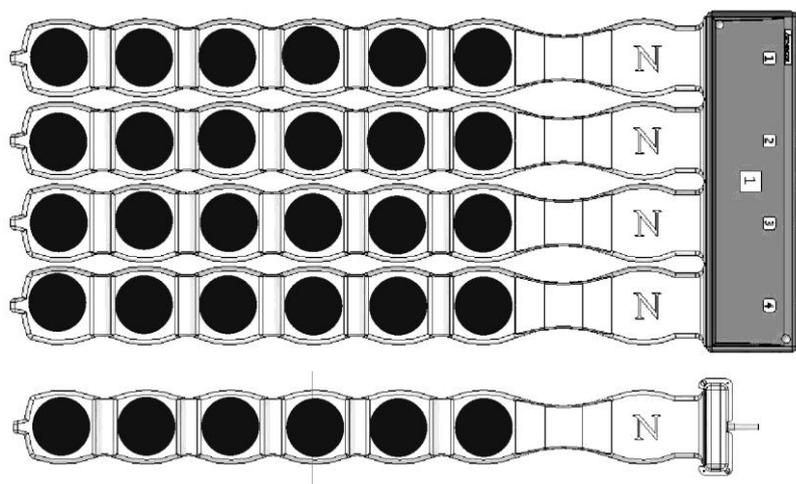


Рисунок 7 - Типа развертки «Неподвижное поле»

Амплитудное значение индукции на поверхности индукторов излучателей для вида «бегущее» поле составляет от 2 до 10 мТл с дискретностью 2 мТл и от 10 до 25 мТл с дискретностью 5 мТл, а для вида «неподвижное» поле - от 2 до 6 мТл с дискретностью 2 мТл. Для значений индукции от 2 до 20 мТл абсолютное отклонение от установленного значения  $A$  в пределах  $(0,2 A + 0,6)$  мТл, для значения индукции 25 мТл на частоте магнитного поля до 75 Гц – в пределах 6,3 мТл.

Частота следования импульсов магнитного поля задается следующим образом:

- для вида магнитного поля «бегущее» поле для индукции амплитудой от 2 до 20 мТл в диапазоне от 1 до 100 Гц, для индукции амплитудой 25 мТл в диапазоне от 1 до 75 Гц с дискретностью 1 Гц. Относительное отклонение от устанавливаемого значения должно быть в пределах 5 %;

- для вида магнитного поля «неподвижное» поле в диапазоне от 1 до 16 Гц с дискретностью 1 Гц. Относительное отклонение от установленного значения в пределах 5 %.

Диапазон устанавливаемых временных интервалов процедуры магнитного воздействия составляет от 5 до 30 мин, интервал установки 5 минут. Относительное отклонение от установленного значения в пределах 5 %.

1.2.1 Аппарат работает в следующих режимах - непрерывном «НП», прерывистом «ПР», синхронизации «С1» и «С2».

В режиме прерывистого магнитного воздействия задается время магнитных воздействий  $T_v$  и время пауз  $T_p$  в пределах от 1 до 60 с с дискретностью 1 с. Относительное отклонение от установленных значений в пределах 5 %.

В режиме внешней синхронизации «С1» в основных излучателях от каждого синхроимпульса выполняется один полный цикл последовательного возбуждения групп индукторов в соответствии с типом развертки (4 или 6 «шагов» с заданной частотой следования импульсов). В режиме внешней синхронизации «С2» в основных излучателях от каждого синхроимпульса выполняется только часть цикла – 1 «шаг».

На излучателях аппарата предусмотрена маркировка полярности магнитного поля: «N» – север, «S» - юг.

Аппарат обеспечивает обнаружение основных неисправностей, сигнализацию о них и автоматическое прекращение режима воздействия в этих случаях.

Время непрерывной работы аппарата не менее 8 ч при циклическом режиме: 30 минут – магнитное воздействие, 10 минут – перерыв.

Аппарат работоспособен при электропитании от сети переменного тока частотой 50 Гц, напряжением  $(220 \pm 22)$  В.

Электрическая мощность, потребляемая аппаратом, не более 210 В·А.

Средний срок службы аппарата не менее 5 лет.

Наружные поверхности составных частей аппарата устойчивы к дезинфекции химическим методом по МУ-287-113: 3 %-ым раствором перекиси водорода по ГОСТ 177 или 5 %-ым раствором хлорамина по ТУ 6-01-4689387-16.

## **1.3 Органы управления и задание режимов работы**

### **1.3.1 Панель управления**

На панели управления аппарата расположены следующие органы управления и индикации (рисунок 8):

1 – ЖК – индикатор отображающий параметры воздействия. Он разделен на четыре области (рисунок 9), в которых сгруппированы задаваемые параметры и режимы.

2 –  кнопка для выбора первой области изменяемых параметров и перемещения внутри выбранной области;

3 -  кнопка для выбора второй области изменяемых параметров и изменения выбранного параметра;

4 -  кнопка для выбора третьей области изменяемых параметров и изменения выбранного параметра;

5 -  кнопка для выбора четвертой области изменяемых параметров и перемещения внутри выбранной области;

6 -  кнопка для завершения редактирования параметров;

7 – индикатор магнитотерапевтического воздействия;

8 -  кнопка для включения/ выключения магнитотерапевтического воздействия.

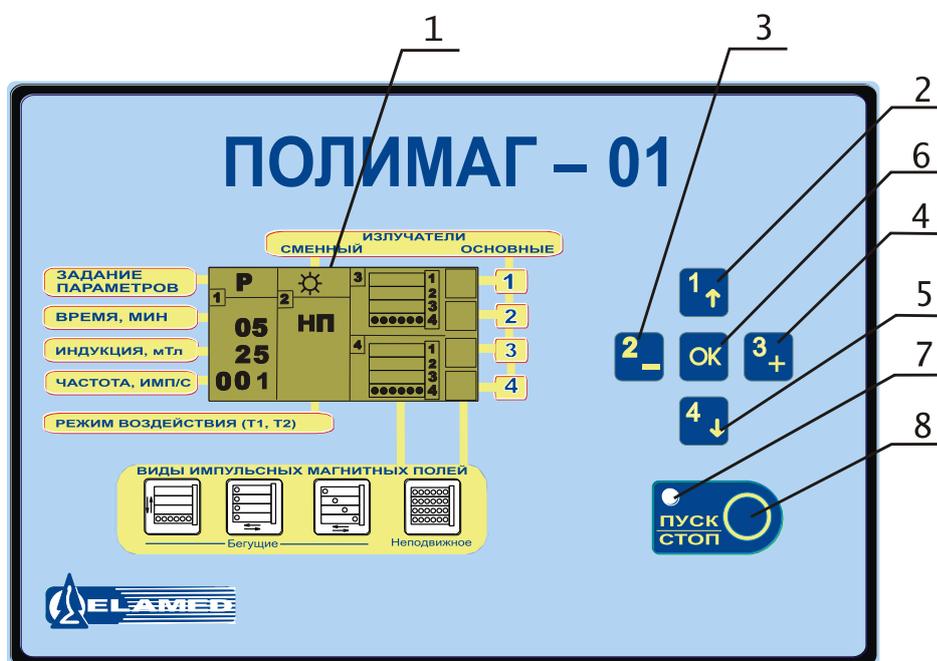


Рисунок 8 - Панель управления аппарата

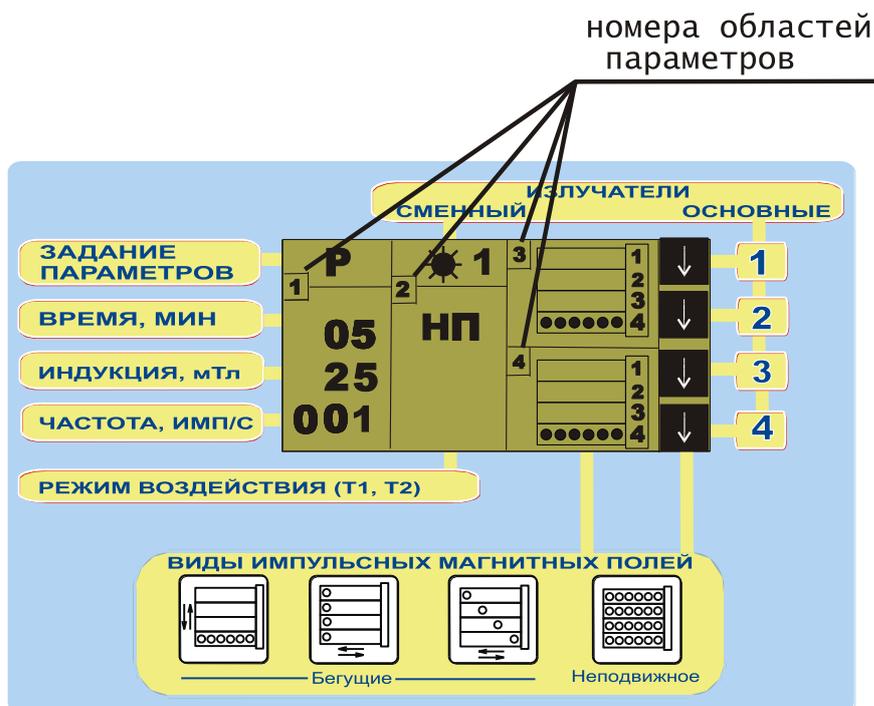


Рисунок 9 - ЖК – индикатор

На ЖК-индикаторе отображается следующая информация (рисунок 10):

В первой области:

- способ задания параметров (поз. 1);
- время воздействия, мин (поз. 2);
- индукция на поверхности излучателей, мТл (поз. 3);
- частота следования импульсов магнитного поля, имп/с (поз. 4).

Во второй области:

- индикатор наличия сменного излучателя и его номер (поз. 6);
- режим воздействия (поз. 5).

В третьей и четвертой областях:

- пиктограммы вида и типа развертки импульсных магнитных полей для первой/второй пары излучателей (поз. 7);
- индикаторы активированных излучателей совмещенные с указателями направления перемещения импульсного магнитного поля (поз. 8).

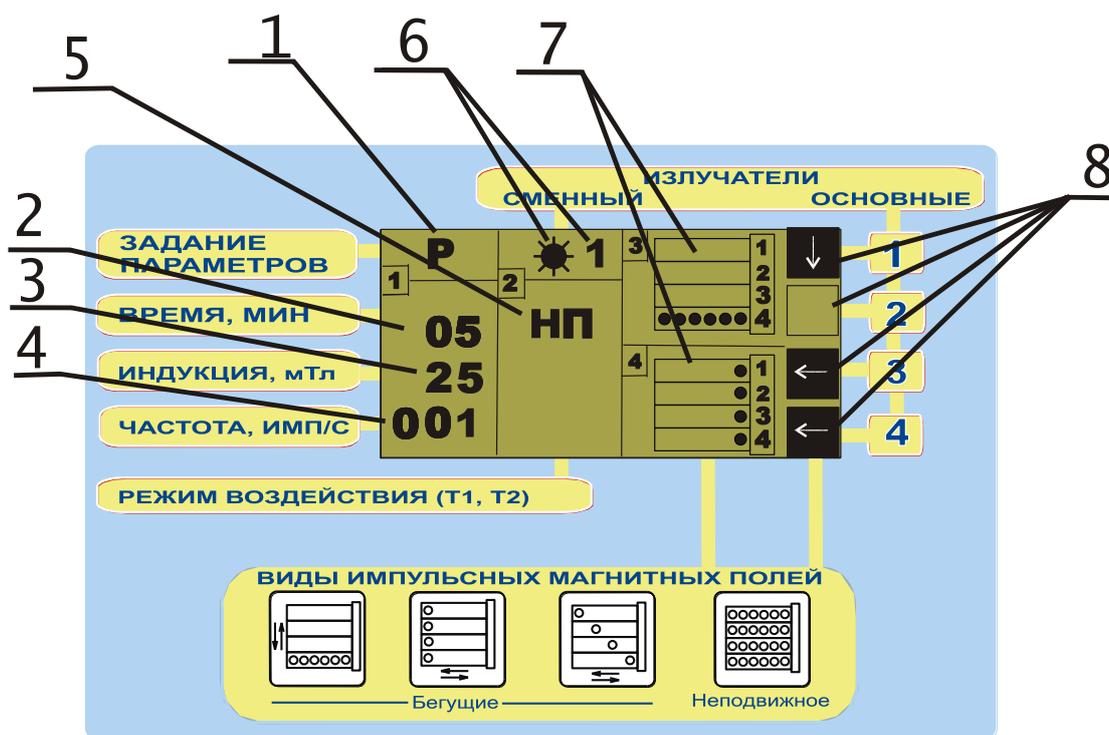


Рисунок 10 - ЖК – индикатор

### 1.3.2 Начальные установки

По умолчанию, после подачи питания тумблером «СЕТЬ» и активации соответствующими кнопками требуемых излучателей, на ЖК-индикаторе устанавливаются следующие значения параметров и режимов (рисунок 11):

В первой области:

- способ задания параметров «Р» – ручной;
- время воздействия – 5 минут;
- индукция на поверхности излучателей – 25 мТл;
- частота следования импульсов магнитного поля – 1 имп/с.

Во второй области:

- индикатор сменного излучателя в виде прозрачного «солнышка» в случае отсутствия излучателя сменного и в виде затемненного «солнышка» и номера – если подключен.

- режим воздействия – «НП» - непрерывный;

В третьей и четвертой областях:

- пиктограммы вида импульсного магнитного поля для первой/ второй пары излучателей – бегущая горизонталь;

- индикаторы активированных излучателей – в виде прозрачного квадрата, если излучатель не активирован и в виде затемненного квадрата со стрелкой указывающей направление перемещения поля - если активирован.

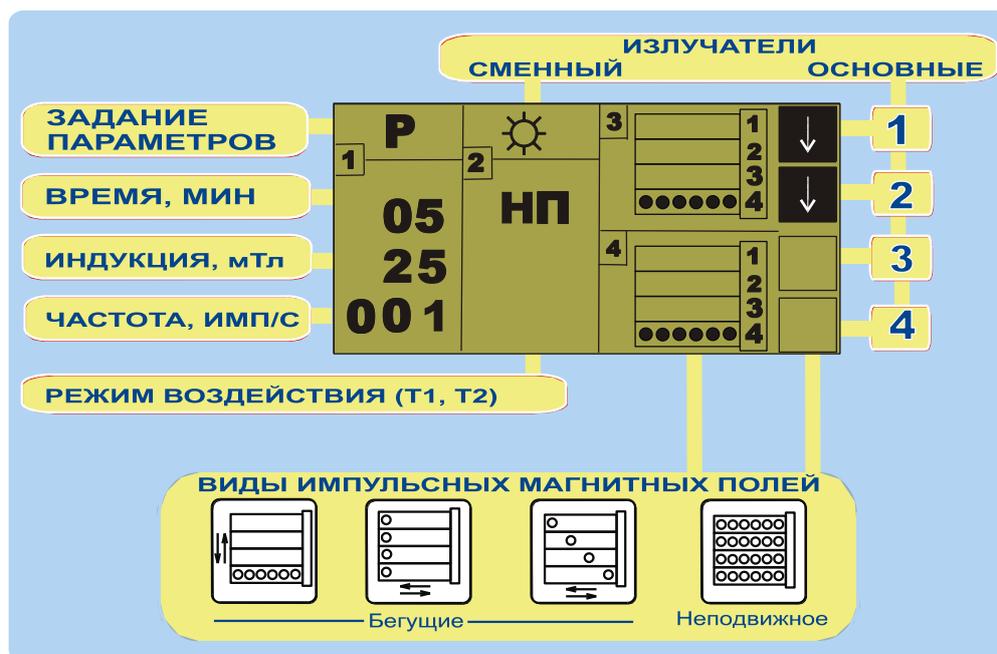


Рисунок 11 - ЖК – индикатор

### 1.3.3 Редактирование основных параметров при ручном способе задания

Редактирование осуществляется в четыре этапа:

- переход в нужную область параметров;
- переход на нужный параметр;
- изменение выбранного параметра;
- фиксация значения параметра.

Для перехода в нужную область используются кнопки , , , , при этом цифры указанные в верхнем регистре каждой кнопки означают номер выбираемой области. Переход в нужную область возможен в любой момент времени, кроме момента, когда уже идет редактирование внутри какой либо области.

После того как область редактирования выбрана, начинает мигать первый, редактируемый в этой области параметр.

Переход внутри области на нужный параметр осуществляется кнопками , . Стрелки в нижнем регистре кнопок указывают направление перемещения по параметрам.

Для изменения выбранного параметра используются кнопки , , символы плюс и минус в нижнем регистре кнопок означают изменение значения параметра в большую и меньшую сторону или переход к следующему или предыдущему значению.

Фиксация значения параметра осуществляется кнопкой , если не требуется редактирования других параметров в выбранной области или переходом к другому редактируемому параметру кнопками , .

#### 1.3.4 Редактирование в первой области

- однократным нажатием кнопки  перейдите в первую область параметров (символ «P», означающий ручное задание параметров, при этом должен начать мигать);

- однократным нажатием кнопки  перейдите на редактирование значения времени;

- однократными нажатиями или удерживая кнопку  или  установите нужное значение;

- однократным нажатием кнопки  перейдите на редактирование значения индукции;

- однократными нажатиями или удерживая кнопку  или  установите нужное значение;

- однократным нажатием кнопки  перейдите на редактирование значения частоты;

- однократными нажатиями или удерживая кнопку  или  установите нужное значение;

- однократным нажатием кнопки  завершите редактирование параметров в данной области.

#### Примечания

1 Завершить процесс редактирования можно в любой момент нажатием кнопки .

2 Редактирование параметров внутри области может осуществляться в произвольном порядке, переход от параметра к параметру осуществляется кнопками  и .

#### 1.3.5 Редактирование во второй области

- однократным нажатием кнопки  перейдите во вторую область параметров (символ «НП» при этом должен начать мигать);

- однократными нажатиями или удерживая кнопку  или  установите один из четырех режимов воздействия: «НП» (непрерывный), «ПР» (прерывистый), «С1» (первый синхронизированный), «С2» (второй синхронизированный);

- если выбран режим воздействия «НП», «С1» или «С2» то однократным нажатием кнопки  завершите редактирование параметров в данной области.

- если выбран режим «ПР», то однократным нажатием кнопки  перейдите на время воздействия и кнопкой  или  установите нужное время, затем однократным нажатием кнопки  перейдите на время паузы и кнопкой  или  установите нужное время. После этого, нажатием кнопки , завершите редактирование параметров в данной области.

#### 1.3.6 Редактирование в третьей области

- однократным нажатием кнопки  перейдите в третью область параметров (при этом должна начать мигать пиктограмма вида импульсного магнитного поля);

- однократными нажатиями или удерживая кнопку  или  установите нужный вид магнитного поля;

- если необходимо изменить направление перемещения импульсов магнитного поля, то однократными нажатиями кнопки  перейдите на нужный индикатор активированного излучателя и кнопкой  или  установите нужное направление (изменение направления возможно только когда излучатель активирован).

- нажатием кнопки  завершите редактирование параметров в данной области

### 1.3.7 Редактирование в четвертой области

- однократным нажатием кнопки  перейдите в четвертую область параметров (при этом должна начать мигать пиктограмма вида импульсного магнитного поля);

- однократными нажатиями или удерживая кнопку  или  установите нужный вид магнитного поля;

- если необходимо изменить направление перемещения импульсов магнитного поля, то однократными нажатиями кнопки  перейдите на нужный индикатор активированного излучателя и кнопкой  или  установите нужное направление (изменение направления возможно только когда излучатель активирован).

- нажатием кнопки  завершите редактирование параметров в данной области.

#### Примечания

1 Выбор области параметров для редактирования может осуществляться в произвольном порядке.

2 Изменение параметров воздействия возможно только когда нет магнотерапевтического воздействия.

### 1.3.8 Запуск/остановка магнитотерапевтического воздействия

- однократным нажатием кнопки  запустите/ остановите магнитотерапевтическое воздействие.

#### Примечание

Запуск воздействия возможен только если активирован хотя бы один излучатель или подключен излучатель сменный.

### 1.3.9 Создание и вызов программ воздействий

В аппарате предусмотрена возможность создания и сохранения устанавливаемых параметров воздействия в виде программ П1...П8, которые хранятся в энергонезависимой памяти прибора и затем могут быть легко вызваны, для использования в качестве типовых воздействий.

Создание программ воздействий осуществляется следующим образом:

- однократным нажатием кнопки  перейдите в первую область параметров( символ «Р» при этом должен начать мигать);
- однократными нажатиями кнопки  выберите номер программы, в которой будут сохранены параметры;
- задайте необходимые параметры согласно п.1.3.4.

#### Примечание

Запоминание параметров программы осуществляется каждый раз, когда нажимается кнопка



Вызов программ воздействий осуществляется следующим образом:

- однократным нажатием кнопки  перейдите в первую область параметров( символ «Р» при этом должен начать мигать);
- однократными нажатиями кнопки  выберите номер вызываемой программы – параметры будут считаны из памяти автоматически.

### 1.3.10 Работа под управлением от ЭВМ

Режим работы аппарата под управлением от ЭВМ предназначен для возможности создания автоматизированного рабочего места, а так же использования аппарата в составе системы с биологической обратной связью.

Для перехода в режим управления от ЭВМ выполните следующие действия:

- однократным нажатием кнопки  перейдите в первую область параметров (символ «Р» при этом должен начать мигать);
- однократным нажатием кнопки  или многократными нажатиями кнопки  установите режим работы «Э» (ЭВМ);
- нажатием кнопки  завершите редактирование параметров в данной области

### 1.3.11 Работа в режимах внешней синхронизации

В аппарате предусмотрена возможность синхронизации сигналов магнитотерапевтического воздействия с сигналами от внешнего источника.

Внешние сигналы могут быть использованы для синхронизации воздействия с какими либо биоритмами пациента или применения метода биорезонансной терапии.

Реализовано два режима внешней синхронизации «С1» и «С2», различающиеся только тем, что в первом режиме по синхроимпульсу выполняется один полный цикл последовательного возбуждения групп индукторов в соответствии с типом развертки (4 или 6 «шагов» с заданной частотой следования импульсов), а во втором только часть цикла – 1 «шаг». Переход в режим синхронизации «С1» или «С2» описан в п.5.3 данного руководства.

### 1.3.12 Работа в технологическом режиме

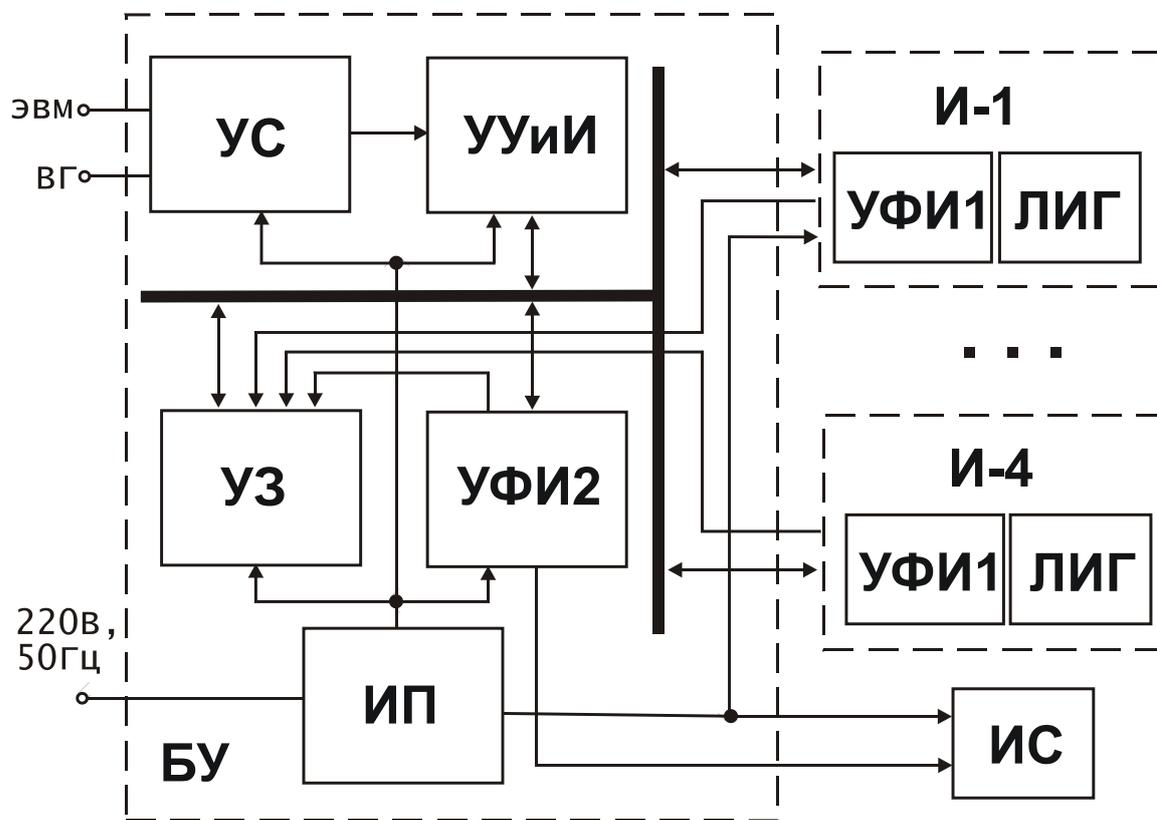
Технологический режим позволяет осуществить проверку работы основных цепей источника питания и цепей управления реле без подключения излучателей (в штатном режиме, если излучатель не подключен или не активирован, реле не работает), а так же настраивать панель управления отдельно от аппарата.

Технологический режим работы аппарата скрыт от простого пользователя. Для перевода аппарата в технологический режим необходимо при выключенном питании нажать и удерживать кнопку «ОК» затем включить источник питания и не ранее чем через две секунды отпустить кнопку «ОК». Символ «Р» в первой области должен смениться на символ «Т», а индикаторы излучателей в третьей и четвертой области показать наличие активированных излучателей. Аппарат запоминает состояние технологического режима и при выключении питания, поэтому после настройки или ремонта аппарата необходимо перевести его в штатный режим, проделав действия аналогичные переводу аппарата в технологический режим, только теперь символ “Т” должен смениться символом “Р”, а индикаторы излучателей показать отсутствие излучателей.

#### **1.4 Принцип функционирования аппарата**

Функциональная схема аппарата“ ПОЛИМАГ-01” представлена на рисунке 12.

Аппарат представляет собой распределенную микропроцессорную систему. Обмен данными между микроконтроллерами осуществляется по интерфейсу RS485, так как этот интерфейс имеет хорошую помехозащищенность, позволяет легко наращивать количество устройств в системе и легко реализуем с точки зрения схемотехники. Обмен данными ведется по принципу ведущий – ведомый. То есть ведущее устройство, в данном случае это устройство управления и индикации (УУиИ), через определенные промежутки времени( примерно 300 мс) генерирует адресную команду с целью передачи или приема информации.



БУ - блок управления, ИП – источник питания, УФИ1 и УФИ2 – устройства формирования импульсов, УС – устройство сопряжения, УЗ – устройство защиты, УУиИ – устройство управления и индикации, И-1...И-4 – излучатели, ИС – излучатель сменный, ЛИГ – линейка излучающая гибкая, ВГ – внешний генератор.

Рисунок 12 - Функциональная схема аппарата “ПОЛИМАГ-01”

Ведомые устройства «слушают» линию на предмет обнаружения собственного адреса и, распознав его, выполняют предписываемую операцию. Ведомыми в аппарате являются: устройство формирования импульсов для излучателя сменного УФИ2, устройство защиты (УЗ) и четыре устройства формирования импульсов УФИ1, входящие в состав излучателей И-1...И-4.

С помощью УУиИ осуществляется установка времени процедуры магнитного воздействия, индикация установленного и оставшегося в процессе воздействия времени, величины индукции магнитного поля, частоты следования импульсов магнитного поля, вида и направления магнитного поля, световая индикация режима воздействия, звуковая сигнализация о начале и об окончании режима воздействия.

После того как все параметры заданы, активированы необходимые излучатели и выбран режим воздействия, данные по интерфейсу RS485 передаются в УФИ2 и четыре УФИ1, которые формируют питающие импульсные напряжения для линеек излучающих гибких (ЛИГ) и излучателя сменного (ИС), в соответствии с переданными параметрами. Индукторы, размещенные в ИС и ЛИГ, формируют импульсное магнитное поле.

УЗ осуществляет контроль за формой тока потребления ЛИГ и ИС и если она не носит импульсного характера, что свидетельствует о возникновении нештатной ситуации, тревожный сигнал передается в УУиИ, которое отключает напряжение плюс 57 В от этих устройств и формирует сигнал тревоги в виде текстовой информации и звукового оповещения оператора.

Устройство сопряжения( УС) позволяет осуществлять управление аппаратом от внешней ЭВМ или формировать сигнал управления ЛИГ и ИС с помощью внешнего генератора.

Постоянные напряжения 12 и 57 В для питания функциональных узлов схемы формируются источником питания ИП.

Конструктивно аппарат состоит из блока управления (БУ), четырех излучателей И-1...И-4 и излучателя сменного (ИС) соединяющихся с БУ с помощью разъемов.

БУ имеет две конструктивные единицы – панель управления и блок питания излучателей, также соединяющихся с помощью разъемов. В блоке питания излучателей на шасси размещаются ИП, УС, УФИ2 и УЗ. В панели управления размещаются элементы УУиИ. Излучатель И-1 (И-2, И-3, И-4), представляет собой конструктивно завершенное УФИ1 и блок из четырех ЛИГ, имеющих неразъемное соединение с УФИ 1.

### **1.5 Работа функциональных узлов**

В блоке УУиИ основным элементом, обеспечивающим функционирование устройства, является микроконтроллер AT89S8252 (микросхема DD1).

Выводы 32...39, 21...26, микросхемы DD1, осуществляют формирование управляющих сигналов для ЖК-индикатора, присоединяющемуся к устройству через разъем XP4, при этом к выводам 32...39 так же подключен набор подтягивающих резисторов NR1 (из-за того, что эти выходы с открытым стоком).

Выводы 1...6 микросхемы DD1 служат для распознавания нажатой клавиши в устройстве коммутации (см. ГИКС.468344.101 Э3). Диоды VD1...VD3 необходимы для защиты портов от замыкания между собой в случае нажатия нескольких клавиш.

Выводы 6...9 микросхемы DD1 служат для внутрисхемного программирования.

Вывод 14 микросхемы DD1 служит для управления транзисторным ключом VT1, с коллектора которого сигнал поступает на вывод разрешения 15 микросхемы DD2. Это необходимо для того чтобы в момент рестарта микроконтроллера не произошла запись неверных сигналов управления в регистр DD2.

Вывод 15 микросхемы DD1 служит для формирования звуковой индикации. Сигнал через согласующий усилитель VT2 подается для звукового воспроизведения на телефон капсульный.

Микросхема DA2 преобразует сигналы интерфейса RS232, поступающие с выводов 10,11 микросхемы DD1, реализованного в микроконтроллере на аппаратном уровне, в интерфейс RS485. Переключение на прием/передачу осуществляется выходом 17 микросхемы DD1.

Микросхема DA3 является супервизором напряжения питания и обеспечивает формирование сигнала рестарта микроконтроллера когда уровень напряжения питания становится выше определенной пороговой величины, что исключает несанкционированное поведение микроконтроллера при подаче и снятии питания.

Микросхема DD2, преобразует последовательный код, поступающий на вывод 2 по тактовым импульсам на выводе 3, в параллельный (выводы 4...7, 14...11). Данные передаются на выход регистра только по синхроимпульсу поступающему на вывод 1. Микросхема служит для расширения числа портов вывода микроконтроллера. В данном случае дополнительные выходы используются для управления транзисторными ключами VT3...VT8, в коллектор которых через разъемы XP1 и XP2 подключены светодиод VD1 (см. ГИКС.468344.101 Э3) и реле K1...K5 (см. ГИКС.436112.101 Э3).

Тактовая частота 11 МГц в микроконтроллере задается с помощью резонатора ВQ1.

Питание плюс 5 В устройства формируется стабилизатором напряжения, выполненным на базе микросхемы DA1.

УЗ следит за тем, чтобы ток ЛИГ и ИС имел импульсную форму, в противном случае передает сигнал тревоги в УУиИ.

Основным элементом, обеспечивающим функционирование блока УЗ (см. ГИКС.468243.101ЭЗ), является микроконтроллер AT89C2051 (микросхема DD1).

На выводы 6...9, 11, микросхемы DD1, поступают сигналы логического уровня от пяти индикаторов тока, выполненных на элементах VD1...VD10, R1...R15, VT1...VT5. Два последовательно соединенных диода каждого индикатора тока включаются в цепь общего провода соответствующего излучателя. При протекании тока, падение напряжения возникающее на диодах, через резисторный делитель передается на базу соответствующего транзистора и открывает его, на вывод микросхемы DD1 поступает логический ноль. При отсутствии тока транзистор остается закрыт и на вывод микросхемы DD1 поступает логическая единица. В случае если на любом из выводов 6...9, 11, микросхемы DD1, будет зафиксирован логический ноль (соответствующий наличию тока) в течение времени превышающего допустимое, микроконтроллер DD1 на очередной опрос УУиИ выдаст тревожный сигнал по которому УУиИ, с помощью реле установленных в ИП, отключит напряжения 57В от всех излучателей (независимого от того в каком произошла авария) и выдаст тревожный сигнал оператору.

Микросхема DA2 является супервизором напряжения питания и обеспечивает формирование сигнала рестарта микроконтроллера когда уровень напряжения питания становится выше определенной пороговой величины, что исключает несанкционированное поведение микроконтроллера при подаче и снятии питания.

Микросхема DA3 преобразует сигналы интерфейса RS232 с выводов 2, 3 микросхемы DD1, реализованного в микроконтроллере на аппаратном уровне, в интерфейс RS485. Переключение на прием/ передачу осуществляется выходом 12 микросхемы DD1.

Тактовая частота 11 МГц в микроконтроллере задается с помощью резонатора ВQ1.

Питание +5В устройства формируется стабилизатором напряжения, выполненным на базе микросхемы DA1.

Основным назначением УФИ1, входящего в состав каждого излучателя И-1...И-4, является управление индуктивной нагрузкой в виде четырех ЛИГ. В каждой ЛИГ размещается по 6 индукторов. УФИ1 формирует управляющие сигналы для ЛИГ по одному из нескольких алгоритмов, выбор которого зависит от команды полученной от УУиИ. УФИ1 обеспечивает независимое управление по всем 24 индукторам в четырех ЛИГ, обеспечивая требуемую конфигурацию импульсного магнитного поля в излучателе.

Основным элементом, обеспечивающим функционирование устройства, является микроконтроллер AT89S8252 (микросхема DD1).

Выводы 32...39, 21...28, 1...8 микросхемы DD1, осуществляют управление ключами, выполненных на элементах VT6...VT29, VD2...VD25, R14...R62, через инверторы DD3...DD6, при этом к выводам 32...39 так же подключен набор подтягивающих резисторов NR1 (из-за того что эти выходы с открытым стоком). Нагрузкой для ключей являются четыре ЛИГ.

Выводы 6...9, микросхемы DD1, служат для внутрисхемного программирования.

Микросхема DA2 преобразует сигналы интерфейса RS232, поступающие с выводов 10,11 микросхемы DD1, реализованного в микроконтроллере на аппаратном уровне, в интерфейс RS485. Переключение на прием/ передачу осуществляется выходом 17 микросхемы DD1.

Микросхема DA3 является супервизором напряжения питания и обеспечивает формирование сигнала рестарта микроконтроллера когда уровень напряжения питания становится выше определенной пороговой величины, что исключает несанкционированное поведение микроконтроллера при подаче и снятии питания (Рисунок 13)

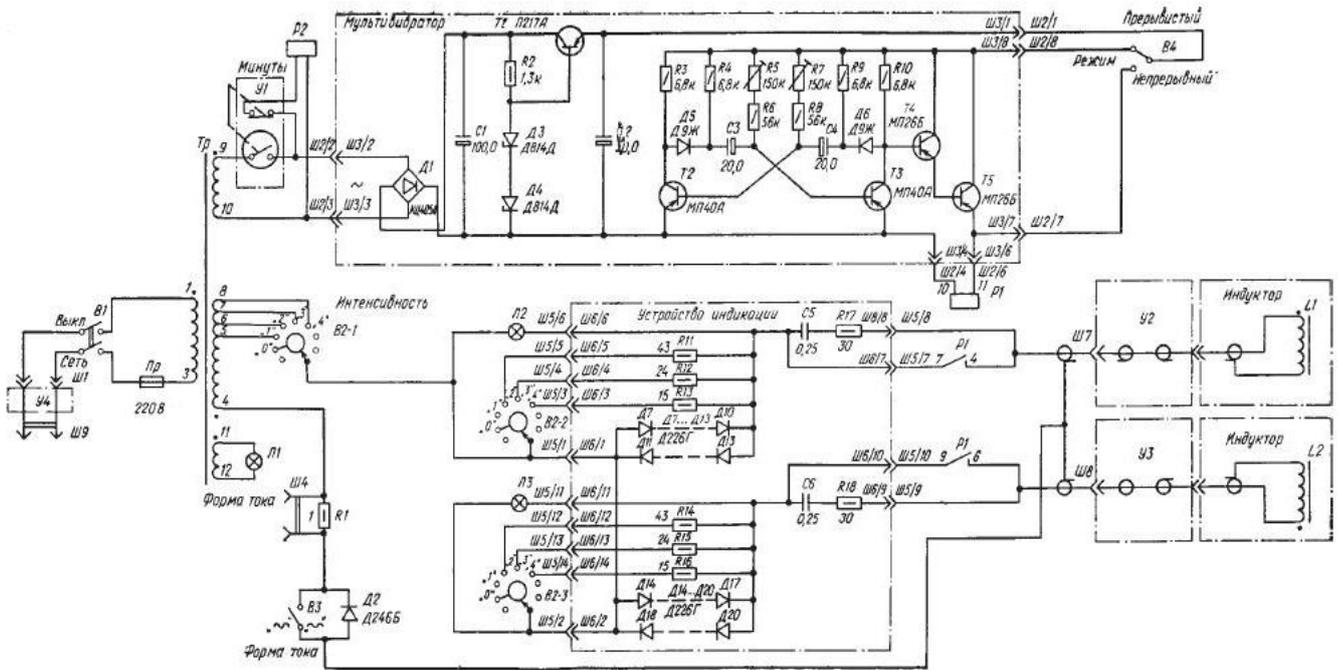


Рисунок 13 – Схема электрическая «Полимаг-01»

Микросхема DD2, преобразует последовательный код, поступающий на вывод 2 по тактовым импульсам на выводе 3, в параллельный ( выводы 4...7, 14...11). Данные передаются на выход регистра только по синхроимпульсу поступающему на вывод 1. Микросхема служит для расширения числа портов вывода микроконтроллера. В данном случае дополнительные выходы используются для управления транзисторными ключами VT1...VT5, в коллектор которых через разъемы XP3...XP7 подключены светодиоды VD1...VD5.

Тактовая частота 11МГц в микроконтроллере задается с помощью резонатора BQ1. Питание 6 В устройства формируется стабилизатором напряжения, выполненным на базе микросхемы DA1.

Основным назначением УФИ2, является управление индуктивной нагрузкой в виде ИС. В ИС размещается 6 индукторов. УФИ2 формирует управляющие сигналы по одному из нескольких алгоритмов, выбор которого зависит от команды полученной от УУиИ.

В УФИ2 основным элементом, обеспечивающим функционирование устройства, является микроконтроллер AT89C2051 (микросхема DD1).

Выводы 12...19, микросхемы DD1, осуществляют управление ключами выполненными на элементах VT1...VT6, VD1...VD6, R5...R16, через инвертор DD2, при этом к выводам 12...19 так же подключен набор подтягивающих резисторов NR1 (из-за того что эти выходы с открытым стоком). Нагрузкой для ключей является ИС.

С помощью выводов 7...9, микросхемы DD1, осуществляется определение номера подключаемого ИС, задаваемого в двоичном инверсном коде.

Микросхема DA3 является супервизором напряжения питания и обеспечивает формирование сигнала рестарта микроконтроллера когда уровень напряжения питания становится выше определенной пороговой величины, что исключает несанкционированное поведение микроконтроллера при подаче и снятии питания.

Микросхема DA1 преобразует сигналы интерфейса RS232, поступающие с выводов 2,3 микросхемы DD1, реализованного в микроконтроллере на аппаратном уровне, в интерфейс RS485. Переключение на прием/ передачу осуществляется выходом 11 микросхемы DD1.

Тактовая частота 11 МГц в микроконтроллере задается с помощью резонатора BQ1.

Питание 5 В устройства формируется стабилизатором напряжения, выполненного на базе микросхемы DA2.

Блок УС, выполнен на микросхемах DA2...DA4, которые представляют диодно-транзисторные оптопары. Оптопары необходимы для развязки аппарата от цепей ЭВМ и внешнего генератора.

Микросхема DA5 преобразует сигналы интерфейса RS232, поступающие от ЭВМ в интерфейс RS485.

Питание 5 В устройства формируется стабилизатором напряжения, выполненным на базе микросхемы DA1.

ИП состоит из сетевого соединителя E1, предохранителя FU1, выключателя SA1, трансформаторов TV1...TV3, помехоподавляющих конденсаторов C1, C2 и платы питания (см. ГИКС.436112.101 ЭЗ).

На плате питания расположены три диодных моста VZ1, VZ2 и VZ4, формирующих с помощью фильтров C1, C3, C5, C7; C2, C4, C6, C8; и C14 постоянные напряжения 57В. Резисторы R1, R2, R14 ограничивают зарядный ток емкостных фильтров в момент включения источника питания в сеть 220 В. Резисторы R7, R8, R16 служат для разряда конденсаторов фильтров после выключения источника питания.

Напряжения 57 В, формируемые на диодных мостах VZ1 и VZ2 через контакты реле K1, K2, K3, K4 управляемых УУиИ, подаются на четыре излучателя. Каждый мост питает два излучателя. Резисторы R3, R4, R5, R6 защищают контакты реле в момент замыкания и, кроме того, шунтируют высокоомные резисторы R1 и R2 для создания необходимого напряжения при импульсном режиме работы излучателей. Искрогасящие цепочки R9, C9; R10, C10; R11, C11; R12, C12 защищают контакты реле в момент размыкания.

Напряжение 57 В, формируемое на диодном мосте VZ4 через контакты реле K5 подается на сменный излучатель, имеющий небольшой ток потребления. Искрогасящая цепочка R17, C15 защищает контакты реле в момент размыкания.

Реле K1...K5 управляются с УУиИ. Для защиты транзисторных ключей, работающих на обмотки реле, последние зашунтированы диодами VD1...VD5.

Диодный мост VZ3 и фильтр C13 формирует напряжения 12 В. Резистор R13 ограничивает зарядный ток конденсатора C13 в момент включения источника питания в сеть 220 В.

Резистор R15 служит для разряда конденсатора C15 после выключения источника питания.

Предохранители FU1...FU4 защищают вторичные обмотки трансформаторов TV1...TV3 при возникновении неисправности в элементах схемы, стоящих после предохранителей.

Предохранители FU5...FU12 защищают источник напряжения 12 В при возникновении неисправностей в устройствах, питающихся напряжением 12 В.

Конструктивно источник питания выполнен следующим образом: трансформаторы TV1...TV3, предохранитель FU1 установлены на шасси стойки, здесь же установлена плата источника питания, которая с помощью электромонтажа

соединена с трансформаторами TV1...TV3. Конденсаторы C1, C2 установлены непосредственно на выводах первичных обмоток трансформаторов TV1, TV2. Выключатель SA1 установлен на боковой панели стойки.

## **2 Текущий ремонт аппарата**

### **2.1 Общие указания**

Ремонт аппарата должен производиться в условиях радиоизмерительной лаборатории. Во время ремонта следует строго придерживаться мер безопасности.

Ремонт аппарата могут производить лица, изучившие настоящую инструкцию.

Ремонт может выполнять один производитель работ, имеющий III группу по электробезопасности.

Программирование микросхем AT89S8253 – 24PU и AT89C2051 - 24PI( фирма ATMEL) осуществляет завод-изготовитель.

Прежде чем приступить к отысканию неисправностей в аппарате убедитесь в правильности работы приборов, с помощью которых осуществляется ремонт.

В разделе «Текущий ремонт составных частей аппарата», описаны наиболее вероятные неисправности их признаки и способы устранения. Поэтому при отыскании неисправностей следует пользоваться схемами электрическими принципиальными на составные части и таблицами напряжений, приведенными в приложении А. Кроме того, для проверки работы основных цепей питания и цепей управления реле следует использовать технологический режим аппарата.

Перед поиском неисправностей отключите аппарат от сети. Убедитесь в исправности шнура питания.

В случае неработоспособности одного или нескольких излучателей убедитесь в наличии питающих напряжений. Для этого отключите все излучатели, установите перемычку между контактами 12 и 13 разъема «5» и включите питание аппарата, одновременно переводя его в технологический режим. Затем нажмите кнопку «ПУСК» и проконтролируйте наличие напряжения  $(12 \pm 2)$  В между контактами 1 и 8 каждого из разъемов «1», «2», «3», «4». Убедитесь в наличии напряжения  $(57 \pm 3)$  В между контактами 3, 4 и 5, 6 разъемов «1», «2», «3», «4». Проконтролируйте наличие напряжения  $(57 \pm 3)$  В между контактами 3 и 11 разъема «5». Возможны следующие ситуации:

- отсутствует напряжение  $(12 \pm 2)$  В – сработал самовосстанавливающийся предохранитель FU3;

- отсутствует напряжение  $(57 \pm 3)$  В на паре разъемов («1», «2» или «3», «4») – сработал самовосстанавливающийся предохранитель FU1 или FU2;

- отсутствует напряжение  $(57 \pm 3)$  В на разъеме «5» – сработал самовосстанавливающийся предохранитель FU4;

- отсутствует напряжение ( $57\pm 3$ ) В на одном из разъемов – неисправно одно из реле К1 – К5 на плате источника питания или цепь управления соответствующим реле на плате устройства управления и индикации;

- отсутствует напряжение ( $57\pm 3$ ) В на всех разъемах – неисправна микросхема DD2 в цепи управления реле на плате устройства управления и индикации.

Для доступа к элементам схемы устройства управления и индикации для их осмотра и замены в случае их неисправности отвинтите 4 винта на задней крышке панели управления (рисунок 14 поз. 2) и снимите переднюю крышку (рисунок 14 поз. 1).

В случае если есть необходимость полной замены панели управления открутите 2 винта на подставке (рисунок 14 поз. 3) и отсоедините панель управления.

Для доступа к элементам схемы источника питания, устройства защиты и устройства формирования импульсов излучателя сменного, с помощью шестигранного торцевого ключа ослабьте замки поперечин (рисунок 14 поз. 6) и осторожно поднимите столешницу вверх. (При этом в зависимости от конструктивного исполнения замки, фиксирующие столешницу, могут располагаться либо на боковых (рисунок 16) либо на передней и задней (рисунок 17) поперечинах.) Отсоедините разъем, соединяющий панель управления и блок питания (рисунок 18). После ремонта произведите сборку в обратном порядке, обращая внимание на надежность сочленения разъема соединяющего панель управления и блок питания.

Для доступа к элементам схемы устройства формирования импульсов излучателя снимите 6 заглушек (рисунок 15 поз. 1 и 2) и открутите 6 винтов (рисунок 15 поз. 3 и 4). Снимите верхнюю крышку (рисунок 15 поз 5).

Исправность транзисторов и микросхем лучше проверять в рабочем состоянии на соответствие таблицам напряжений, приведенным в приложении А.

Предполагаемые неисправные элементы схемы можно заменить на ранее проверенные или новые.

Для предотвращения выхода из строя полупроводниковых приборов при проверке монтажа необходимо пользоваться вольтметром с измерительным напряжением не более 4,5 В.

При обнаружении неисправности необходимо убедиться в отсутствии незапаянных соединений, оборванных проводов, отдельных повреждений платы и элементов. Выявленные дефекты устранить.

## **2.2 Меры безопасности**

Аппарат относится ко II классу электробезопасности в соответствии с требованиями ГОСТ Р50267.0.

В связи с тем, что в аппарате имеются напряжения опасные для жизни, при его ремонте необходимо:

- строго придерживаться требований по организации производства работ в действующих электроустановках до 1000 В;

- строго соблюдать следующие меры предосторожности:

- 1) после каждой операции, связанной с выключением аппарата для проверки или ремонта отключить от сети шнур питания и выдержать аппарат в течении 30 секунд для разряда конденсаторов в источнике питания;

- 2) при ремонте аппарата не допускать соприкосновения с токоведущими элементами.

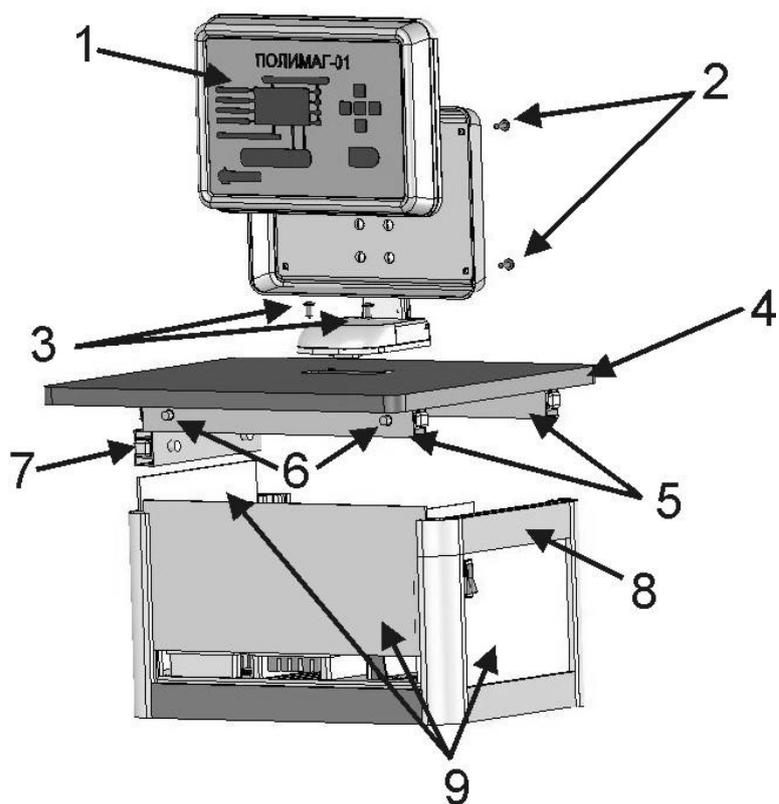


Рисунок 14 – Вид сзади

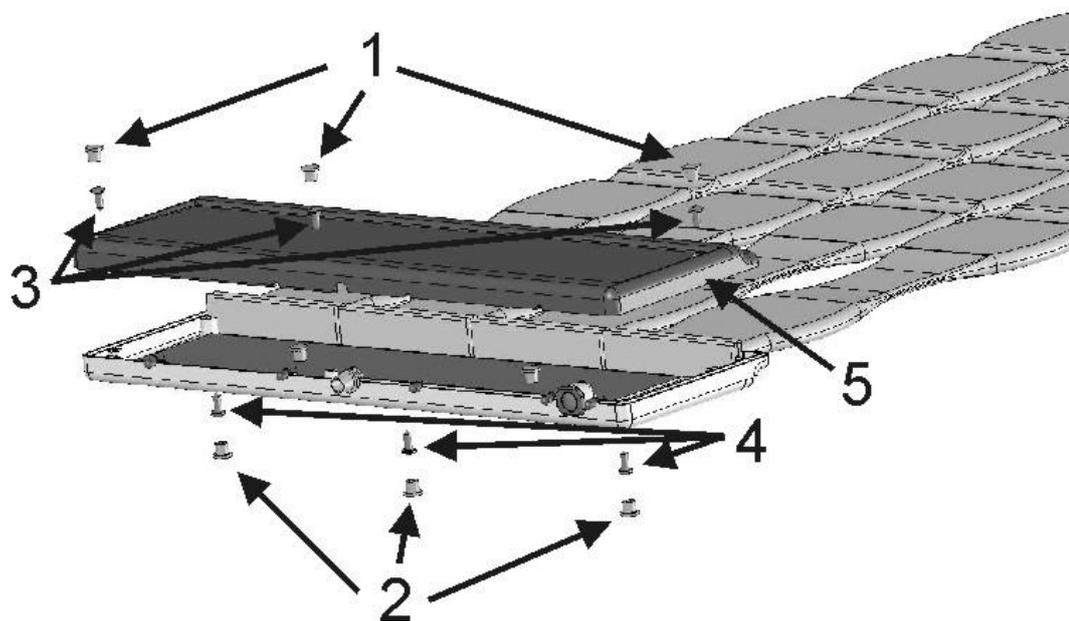


Рисунок 15 - Схема устройства формирования импульсов излучателя



Рисунок 16 - Замки фиксирующие столешницу сбоку



Рисунок 17 - Замки фиксирующие столешницу спереди



Рисунок 18 - Разъем, соединяющий панель управления и блок питания

### 3 Текущий ремонт составных частей аппарата

Сведения, необходимые для текущего ремонта составных частей аппарата, изложены в таблице 2.

Таблица 2 - Сведения, необходимые для текущего ремонта составных частей аппарата

Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины	Указания по установлению отказов и повреждений сборочной единицы	Указание по устранению последствий отказов и повреждений
1	2	3	4
При включении аппарата не загорается индикатор о наличии электропитания от сети. ЖК индикатор на панели управления отображает информацию	Перегорела лампочка в сетевом выключателе SA1		Заменить сетевой выключатель
При включении аппарата не загорается индикатор наличия электропитания от сети, ЖК индикатор не отображает информацию	Перегорел сетевой предохранитель FU1 в блоке питания излучателей		Проверить предохранитель, неисправный заменить

	Обрыв в соединителе E1 (сетевом кабеле)		Проверить соединитель, неисправный заменить
--	---	--	---

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
	Неисправен сетевой выключатель SA1		Проверить выключатель (по замыканию контактов 1 с 3, 2 с 4), неисправный заменить
При включении аппарата индикатор наличия электропитания от сети горит, ЖК индикатор не отображает информацию, излучатели не активируются	Сработал <b>Ошибка!</b> предохранитель FU3 в источнике питания	Неисправность блока <b>Ошибка!</b> VZ3 в источнике питания	Проверить исправность блока выпрямительного VZ3. Неисправный элемент заменить
	Отсутствие напряжения +5В на плате устройства управления и индикации	Неисправна микросхема DA1 в устройстве управления и индикации	Проверить микросхему путем контроля входного и выходного напряжения на ее выводах, неисправную заменить
	Отсутствуют сигналы управления ЖК-	Неисправна микросхема DD1 в	Проверить работоспособность микросхемы

	индикатором и прочими устройствами	устройстве управления и индикации	используя карту импульсных напряжений. Неисправную заменить
--	------------------------------------	-----------------------------------	---

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
При включении аппарата индикатор наличия электропитания от сети горит, ЖК-индикатор не отображает информацию, излучатели активируются	Неисправен ЖК-индикатор		Заменить ЖК-индикатор
При задании параметров воздействия не удается перейти к нужному параметру или изменить один из параметров	Неисправна соответствующая кнопка		Проверить кнопку, неисправную заменить
Не активируется один из излучателей или во время формирования воздействия появляется надпись на ЖК-индикаторе:	Не проходит команда опроса от устройства управления и индикации	Неисправна микросхема DA2 в данном устройстве формирования импульсов	Проверить работоспособность микросхемы, используя карту импульсных напряжений. Неисправную заменить

<p>“НЕТ. X ИЗЛ.” Где X – 1, 2, 3, 4</p>		<p>Обрыв в соединительном проводе излучателя</p>	<p>Проверить провод, при обнаружении обрыва провод заменить</p>
---	--	--	---

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
	<p>Отсутствует сигнал активации на плате устройства формирования импульсов излучателя</p>	<p>Неисправна кнопка SA1 излучателя</p>	<p>Проверить кнопку, неисправную заменить</p>
	<p>Отсутствие напряжения +6В на плате устройства формирования импульсов излучателя</p>	<p>Неисправна микросхема DA1 в устройстве формирования импульсов излучателя</p>	<p>Проверить микросхему путем контроля входного и выходного напряжения на ее выводах, неисправную заменить</p>
	<p>Неисправна микросхема DD1 в устройстве формирования импульсов</p>		<p>Проверить работоспособность микросхемы, используя карту импульсных</p>

	излучателя		напряжений. Неисправную заменить
Во время формирования воздействия появляется надпись на ЖК-индикаторе: “ НЕТ СМ. ИЗЛ.”	Обрыв в соединительном проводе излучателя		Проверить провод, при обнаружении обрыва провод заменить

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
При нажатии кнопки «ПУСК/ СТОП» индикатор о магнитотерапевтическом воздействии не загорается, звуковой сигнал о начале процедуры <b>Ошибка! Ошибка!</b> не формируется	Неисправна кнопка «ПУСК/ СТОП»		Проверить кнопку, неисправную заменить
При нажатии кнопки « ПУСК/ СТОП» индикатор о магнитотерапевтическом воздействии загорается , звуковой сигнал о начале процедуры магнитотерапевтического воздействия не формируется	Неисправен транзистор VT2 на плате устройства управления и индикации		Проверить исправность транзистора путем измерения сопротивления полупроводниковых переходов в прямом и обратном направлениях. При проверке предва-

			<p>рительно необходимо выпаять два вывода да проверяемого транзистора. Неис- правный элемент заменить</p>
--	--	--	---

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
<p>При нажатии кнопки «ПУСК/ СТОП» инди- катор о магнитотерапевтическом воздействии не загора- ется, звуковой сигнал о начале процедуры <b>Ошибка!</b> воздействия формируется</p>	<p>Неисправен све- тодиод VD1 на плате устройства коммутации</p>		<p>Проверить светодиод, неис- правный заменить</p>
	<p>Неисправен транзистор VT3 на плате устройства управления и индикации</p>		<p>Проверить режим работы транзистора в со- ответствии с таблицей напряжений, неис- правный заменить</p>
	<p>Неисправна микросхема DD2 на плате устройства управления и индикации</p>		<p>Проверить режимы работы микросхемы на со- ответствие таблицы напряжений, неис- правную заменить</p>

Излучатели активируются, но при нажатии кнопки «ПУСК/ СТОП» не формируется воздействие в одной паре излучателей	Сработал <b>Ошибка!</b> предохранитель FU1 или FU2 на плате источника питания	Короткое замыкание более чем в двух индукторах одного из излучателей.	Проверить сопротивление каждого индуктора соответствующего излучателя. Найти неисправные и заменить
---	---	---	---

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
		Неисправен один или несколько транзисторов (VT6 – VT29) в устройстве формирования импульсов одного из излучателей	Проверить транзисторы, неисправные заменить
		Неисправен блок выпрямительный VZ1 или VZ2 в источнике питания	Проверить исправность соответствующего выпрямительного блока. Неисправный элемент

			заменить
При нажатии кнопки «ПУСК/ СТОП» не формируется воздействие в излучателе сменном	Сработал самовосстанавливающийся предохранитель FU4 на плате источника питания	Короткое замыкание более чем в двух индукторах излучателя сменного	Проверить сопротивление каждого индуктора излучателя сменного
		Неисправен один или несколько транзисторов (VT1 – VT6) в устройстве формирования импульсов излучателя сменного	Проверить транзисторы, неисправные заменить

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
		Неисправен блок выпрямительный VZ4 в источнике питания	Проверить исправность выпрямительного блока VZ4. Неисправный элемент заменить
При нажатии кнопки «ПУСК/ СТОП» не формируется воздействие в одном из излучателей или излучателе сменном	Отсутствует напряжения +57В в излучателе	Обрыв в соединительном проводе излучателя	Проверить провод, при обнаружении обрыва провод заменить
		Неисправна цепь управления	Проверить режим работы одного из

		реле К1 – К5	<p>транзисторов VT4 – VT8 устройства управления и индикации на соответствие таблицы напряжений, неисправный заменить</p> <p>Проверить режимы работы микросхемы DD2 устройства управления и индикации на соответствие таблицы напряжений, неисправную заменить</p>
--	--	--------------	---

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
			<p>Проверить режим работы транзистора VT1 устройства управления и индикации на соответствие таблицы напряжений,</p>

			неисправный заменить
Во время формирования воздействия появляется надпись на ЖК-индикаторе: “НЕИСПР. X ИЗЛ.” Где X – 1, 2, 3, 4	Короткое замыкание в одном или двух индукторах <b>Ошибка!</b> излучателя		Проверить сопротивление каждого индуктора излучателя. Найти неисправные и заменить.
Во время формирования воздействия появляется надпись на ЖК-индикаторе: “НЕИСПР. СМ. ИЗЛ.”	Короткое замыкание в одном или двух индукторах сменного излучателя		Проверить сопротивление каждого индуктора сменного излучателя. Найти неисправные и заменить
На ЖК-индикаторе появляется надпись: “НЕТ УСТР. ЗАЩ.”	Не проходит команда опроса от устройства управления и индикации	Плохое сочленение разъема соединяющего панель управления и блок питания	Проверить качество механического сочленения разъема

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
			Проверить работоспособность микросхемы, используя карту импульсных

			напряжений. Неисправную заменить
		Неисправна микросхема DA3 на плате устройства защиты	Проверить работо- способность микросхемы, используя карту импульсных напряжений. Неис- правную заменить
	Отсутствует напряжения +5В на плате устройства за- щиты	Неисправна микросхема DA1 на плате устройства защиты	Проверить микросхему путем контроля входного и выходного напряжения на ее выводах, неисправную заме- нить
	Неисправна микросхема DD1 в устройстве защиты		Проверить работо- способность микросхемы, используя карту импульсных напряжений

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
На ЖК-индикаторе по- является надпись:“ НЕТ	Не проходит команда опроса	Плохое сочленение	Проверить качество

УФИ”	от устройства управления и индикации	разъема соединяющего панель управления и блок питания	механического сочленения разъема
		Неисправна микросхема DA1 в устройстве формирования импульсов	Проверить работоспособность микросхемы, используя карту импульсных напряжений. Неисправную заменить
	Отсутствие напряжения +5В в устройстве формирования импульсов	Неисправна микросхема DA2 в устройстве формирования импульсов	Проверить микросхему путем контроля входного и выходного напряжения на ее выводах, неисправную заменить
	Неисправна микросхема DD1 в устройстве формирования импульсов		Проверить работоспособность микросхемы используя карту импульсных напряжений. Неисправную заменить

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
<p>При формировании воздействия не горит один из индикаторов магнитного поля линейки излучающей гибкой.</p>	<p>Неисправен один из светодиодов VD1-VD4 на плате устройства формирования импульсов излучателя.</p>		<p>Проверить соответствующий светодиод неисправный заменить.</p>
	<p>Неисправен один из транзисторов VT1 – VT4 на плате устройства формирования импульсов излучателя.</p>		<p>Проверить работоспособность транзистора, используя карту импульсных напряжений. Неисправный элемент заменить.</p>
	<p>Неисправна микросхема DD2 на плате устройства формирования импульсов излучателя.</p>		<p>Проверить работоспособность микросхемы, используя карту импульсных напряжений. Неисправную заменить.</p>

Аппарат считать отремонтированным, если при технологическом прогоне в течение 4 часов непрерывной работы не проявилась ни одна неисправность. Если в процессе технологического прогона аппарата произошла неисправность необходимо выявить и устранить ее причины.

## **4 Периодические испытания и испытания после ремонта изделий медицинских электрических**

### **4.1 Периодические испытания и испытания после ремонта изделий медицинских электрических применяются:**

- к испытаниям перед вводом в эксплуатацию,
- периодическим испытаниям, а также
- испытаниям после ремонта.

Степень и набор испытаний должны быть выбраны таким образом, чтобы обеспечить достаточную информацию и количество результатов испытаний для оценки безопасности медицинского изделия.

### **4.2 Испытание до ввода в эксплуатацию, после внесения изменений и после ремонта**

До первой эксплуатации:

- нового или модифицированного медицинского изделия;
- медицинские изделия, которые еще не были испытаны
- отремонтированного медицинского изделия - должны быть выполнены применимые эксплуатационные испытания.

Результаты этих измерений являются "исходными значениями", которые должны быть документально оформлены вместе с методом измерения в качестве исходных значений для будущих измерений.

После любого ремонта или модификации аппарат необходимо проводить оценку и проверку соответствия применимым требованиям стандартов, использованных для проектирования оборудования. Это должно выполняться квалифицированным и уполномоченным лицом.

### **4.3 Периодические испытания**

Для выполнения периодических испытаний должны использоваться применимые испытания, которые перечислены в разделе 5.

Значения, определенные в ходе этих испытаний, необходимо документировать вместе с методом измерений и оценивать. Измеренные значения не должны превышать допустимый предел, как он определен в таблице 2 или таблицах в приложении E.

Если измеренные значения находятся в диапазоне от 90 % до 100 % допустимого предельного значения, то для оценки электробезопасности медицинского оборудования или медицинских систем должны быть приняты во внимание ранее измеренные значения (исходные значения). Если таких значений нет, необходимо рассматривать сокращение интервалов между периодическими испытаниями.

Медицинские системы необходимо визуально проверять, чтобы определить, является ли их конфигурация такой же, как во время последней инспекции, или блоки систем были заменены, добавлены или удалены. Такие изменения должны быть задокументированы, так же как и любые изменения конфигурации медицинские системы, при этом аннулируется действие предыдущих исходных значений. Результаты измерений/значения, измеренные после модификации медицинских систем, должны быть документально оформлены в качестве исходных значений.

## **5 Испытания**

## **5.1 Общие положения**

Перед проведением испытаний следует посмотреть сопроводительные документы для ознакомления с рекомендациями изготовителя, включая любые специальные условия и меры предосторожности, которые должны быть приняты во внимание. Испытания следует проводить при температуре окружающего воздуха, влажности и атмосферном давлении, типичных для места проведения испытаний.

## **5.2 Визуальный контроль**

Крышки и корпуса должны открываться только:

- если это требуется в сопроводительном документе на медицинское изделие или медицинскую систему;

- если есть признаки недостаточной безопасности.

Особое внимание должно быть уделено следующему:

- все предохранители, доступные снаружи, соответствуют параметрам завода-изготовителя (номинальный ток, характеристики);

- связанные с безопасностью маркировки, этикетки и знаки являются четкими и полными;

- целостность механических частей;

- наличие любых повреждений или загрязнения;

- следует оценить соответствующие принадлежности вместе с медицинским изделием или медицинской системой (например, съемные или фиксированные шнуры питания, отведения пациента, трубки);

- наличие необходимой документации, которая отражает текущую версию медицинского изделия или медицинской системы.

После испытаний, ремонта или регулировки и перед повторным вводом в эксплуатацию необходимо проверить, что медицинское изделие или медицинская система восстановлены до состояния, необходимого для нормальной эксплуатации.

### 5.3 Измерения

Требования к измерительному оборудованию приведены в приложении С.

Перед испытаниями медицинское изделие или медицинская система должны, по возможности, быть отключены от сети. Если это невозможно, то должны быть приняты специальные меры для предотвращения опасности для персонала, проводящего испытание и измерения, а также для других лиц, которые могут пострадать в результате испытания.

Может оказаться, что соединительные линии, такие как линии передачи данных или провода функциональной земли, действуют как провода защитного заземления. Такие дополнительные, но непреднамеренные соединения защитного заземления могут приводить к неправильным измерениям и должны быть приняты во внимание входе испытаний.

Кабели и шнуры, например шнуры питания, измерительные провода и кабели данных, должны быть расположены таким образом, чтобы минимизировать их влияние на измерения.

#### 5.3.1 Измерение сопротивления защитного заземления

Для медицинских изделий класса I должно быть установлено, что провод защитного заземления соединяет все доступные проводящие части, которые могут оказаться под напряжением в случае неисправности, надлежащим и безопасным способом соответственно либо с контактом защитного заземления сетевого штепселя для стыкуемого в сеть оборудования, либо с точкой защитного заземления для стационарно установленного оборудования.

Для оценки целостности провода защитного заземления шнура питания во время измерения шнур необходимо сгибать вдоль его длины. Если во время сгибания наблюдается изменение сопротивления, то следует считать, что провод защитного заземления поврежден или что соединение стало ненадлежащим.

Измерения проводят с помощью измерительного устройства, которое в состоянии создавать ток не менее 200 мА при нагрузке 500 Ом. Напряжение холостого хода не должно превышать 24 В.

При использовании постоянного тока измерения повторяются при противоположной полярности. Ни одно из значений измерения не должно превышать допустимого значения. Наибольшее значение должно быть задокументировано.

Сопротивление защитного заземления не должно превышать следующих значений:

а) для медицинского изделия или медицинской системы с несъемным шнуром питания сопротивление между соединителем защитного заземления сетевого штепселя и защищенными защитным заземлением доступными проводящими частями медицинского изделия или медицинской системы не должно превышать 300 мОм (рисунок 20);

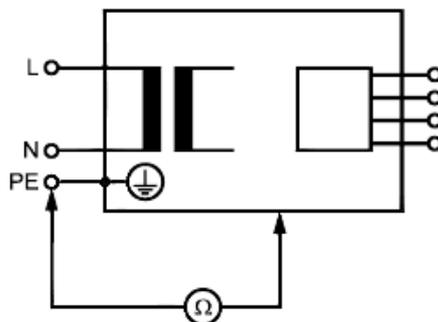
б) для медицинского изделия или медицинской системы со съемным шнуром питания сопротивление между соединителем защитного заземления входа устройства и защищенными защитным заземлением доступными проводящими частями медицинского изделия или медицинской системы не должно превышать 200 мОм. Для собственно шнура питания сопротивление между землей соединений на каждом конце не должно превышать 100 мОм. Если съемный шнур питания и медицинского изделия или медицинской системы измеряются вместе, сопротивление не должно превышать 300 мОм (рисунок 19).

Кроме того, измерения необходимо выполнять для съемных шнуров питания, которые подготовлены для использования;

с) в стационарно установленном медицинском изделии необходимо проверять подключение защитного заземления к сети электропитания, как показано на рисунке 19. Сопротивление между контактом защитного заземления медицинского изделия или медицинской системы и защищенными защитным заземлением доступными проводящими частями медицинского изделия или медицинской системы, которые в случае неисправности могут быть под напряжением, не должно превышать 300 мОм. Входе испытания ни один провод защитного заземления не должен отсоединяться.

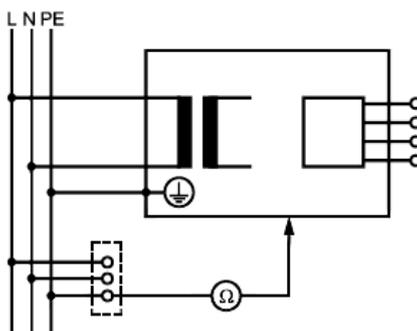
При измерении в соответствии с рисунком 19 необходимо принимать во внимание сопротивление связей защитного заземления сетевого питания;

d) для медицинской системы с многоместной розеткой полное сопротивление между проводом защитного заземления сетевого штепселя многоместной розетки и всеми доступными проводящими деталями, имеющими защитное заземление и предназначенными для подключения к медицинской системе, не должно превышать 500 мОм.



Обозначения приведены в таблице 3

Рисунок 19 - Схема для измерения сопротивления защитного заземления медицинского оборудования, отключенного от электрической сети

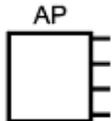
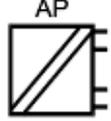
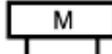


Обозначения приведены в таблице 3

Рисунок 20 - Схема для измерения сопротивления защитного заземления медицинского оборудования или медицинской системы, которые по функциональным причинам не могут быть отключены от сети электропитания, и/или медицинского оборудования или медицинской системы, постоянно подключенных к электрической сети

Таблица 3 - Описание символов

Наименование сети	Наименование заземления
 <p>Сеть электропитания</p>	 <p>Защитное заземление (земля)</p>

L, N Контакты сети электропитания	PE Контакт защитного заземления
 Сетевая часть	 Накладываемая деталь
 Накладываемая деталь F типа	AP1, AP2 Накладываемые детали с различными функциями
 Измерительное устройство (см. рисунок С.1)	 Измеритель остаточного тока с такой же частотной характеристикой, как и у измерительного устройства
 Устройство измерения сопротивления	 Устройство измерения изоляции
N.C. Нормальное состояние	S.F.C. Условие( состояние) одной неисправности
 Часть корпуса, не подключенная к защитному заземлению	 Подключение к доступным проводящим частям
..... Дополнительные связи	

### 5.3.2 Токи утечки

В зависимости от медицинского оборудования или медицинской системы может использоваться один из следующих методов измерения тока утечки оборудования или тока утечки рабочей части:

- а) альтернативный метод;

- b) прямой метод;
- c) дифференциальный метод;

Ток утечки не должен превышать значений, указанных в таблице 4.

Это относится как к медицинскому оборудованию или медицинским системам, так и к не медицинскому оборудованию в среде пациента.

Для оборудования, в котором изоляция сетевой части не включена в измерение (например, из-за реле, которое замыкается только в рабочем состоянии), применимы только методы b) и c).

В медицинском оборудовании класса I измерение тока утечки следует выполнять только после успешного выполнения проверки защитного заземления.

Измерение тока утечки медицинского оборудования следует выполнять таким образом, чтобы получить такой же результат, как и при измерении в условиях одной неисправности.

Для стационарно установленного медицинского оборудования измерение тока утечки не требуется, если меры защиты от поражения электрическим током в сети электропитания соответствуют требованиям МЭК 60364-7-710 (медицинские учреждения) и их проверки проводятся регулярно.

Измерения оборудования следует проводить во всех предусмотренных для оборудования функциональных условиях (например, позициях коммуникации), которые влияют на ток утечки. Наибольшее значение и связанное с ним состояние, если оно имеет значение, должны быть документально оформлены. Необходимо учитывать информацию изготовителя.

Измерения в соответствии с МЭК 60601-1( все версии) следует выполнять, если гарантируется защита персонала и окружающей среды. Допустимые значения приведены в таблицах в приложении E.

Значение измерения следует откорректировать по величине, соответствующей номинальному сетевому напряжению.

Настоящий стандарт не устанавливает методы измерений и допустимые значения для оборудования, создающего d.c. токи утечки. Однако, если изготовитель считает, что испытание d.c. тока утечки необходимо, изготовитель должен

предоставить информацию в сопроводительных документах и следует брать определенные значения МЭК 60601-1 в отношении постоянных токов.

Медицинское оборудование или медицинские системы, которые могут быть подключены к сети электропитания, следует испытывать в соответствии с рисунками 20-24.

Медицинское оборудование или медицинские системы, подпитываемые от внутреннего источника электропитания, следует испытывать только в соответствии с рисунком 8. Это испытание применимо к медицинскому оборудованию или медицинским системам, подпитываемым внутреннего источника электропитания, только в том случае, когда они в состоянии вырабатывать ток утечки пациента, который может поставить под угрозу или причинить вред пациенту в случае неисправности.

Для оборудования в многофазных системах измерение тока утечки в соответствии с альтернативным методом может привести к превышению максимально допустимых значений тока, см. таблицу 4. В этом случае измерение следует производить, когда оборудование находится в рабочем состоянии, например, используя измерение прямым или дифференциальным методом.

### 5.3.3 Измерение тока утечки оборудования

#### 5.3.3.1 Альтернативный метод

Оборудование изолировано от сети, а ток утечки оборудования измеряют в соответствии с рисунком 21.

#### Примечания

При использовании медицинского оборудования класса I может возникнуть необходимость в измерении тока утечки отдельно от доступных проводящих частей, которые не подключены к проводу защитного заземления (различные допустимые значения приведены в таблице 4).

Медицинское оборудование класса I не требуется изолировать от защитного заземления во время измерения.

Состояние коммуникации переключателей сетевой части во время измерения должно быть таким же, как и в рабочем состоянии, чтобы охватить измерением всю изоляцию сетевой части.

Если значение альтернативного метода превышает 5 мА, следует применить другие методы измерения.

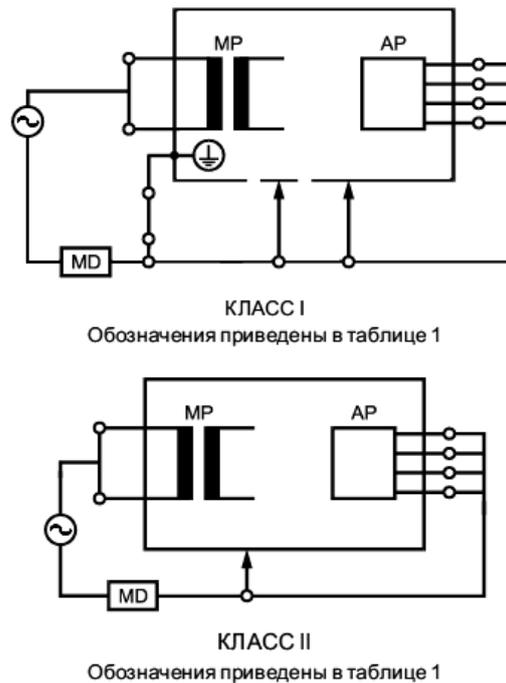


Рисунок 21 - Схема для измерения тока утечки оборудования: альтернативный метод

### 5.3.3.2 Прямой метод

Измерения проводят:

- при сетевом напряжении;
- в любом положении сетевого штепселя, если применимо;
- в соответствии с рисунком 22.

Если применяют измерения в различных положениях сетевого штепселя, то большее значение должно быть задокументировано.

#### Примечание

В случае систем ИТ питания, это измерение требует специальной измерительной схемы, например, с собственной интегрированной TN-системой.

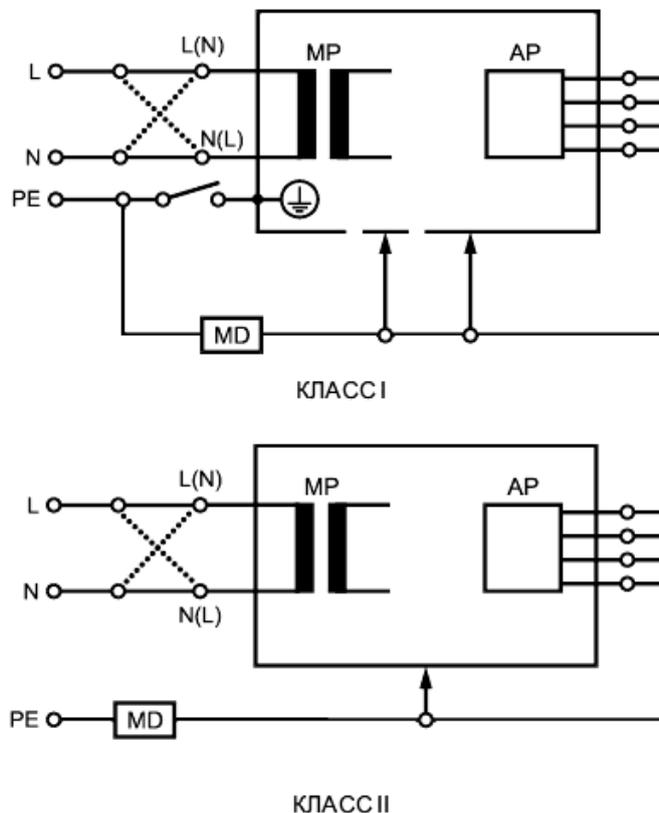
Во время измерения оборудование должно быть изолировано от земли, за исключением провода защитного заземления в шнуре питания. В противном случае прямой метод не применяют.

#### Примечания

1 Потенциал земли может быть импортирован, например, внешними линиями данных.

2 При измерении тока утечки оборудования для медицинского оборудования класса I необходимо проявлять особое внимание, так как люди могут быть в опасности из-за прерывания защитного заземления.

3 В медицинском оборудовании класса I может потребоваться отдельное измерение тока утечки от доступных проводящих частей, которые не подключены к проводу защитного заземления (различные допустимые значения приведены в таблице 4).



Испытуемое устройство должно быть изолировано от защитного заземления.

Обозначения приведены в таблице 3

Рисунок 22 - Схема для измерения тока утечки оборудования: прямой метод

#### 5.3.3.3 Дифференциальный метод

Измерения проводят:

- при сетевом напряжении;
- в любом положении сетевого штепселя, если применимо;

- в соответствии с рисунком 23.

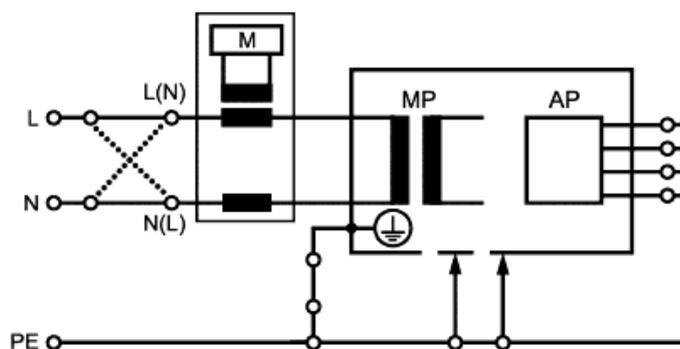
Если применяют измерения в различных положениях сетевого штепселя, то большее значение должно быть задокументировано.

#### Примечания

1 В случае систем ИТ питания это измерение требует специальной измерительной схемы, например с собственной интегрированной TN-системой.

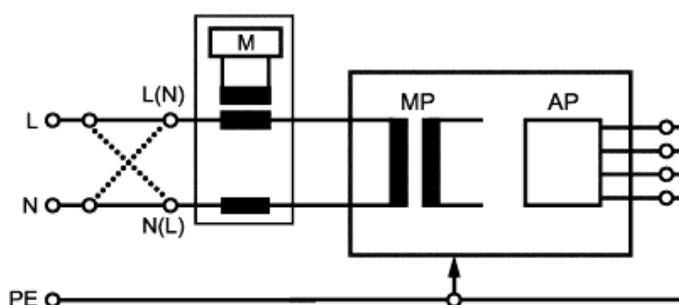
При измерении малого тока утечки необходимо уделять внимание информации изготовителя об ограничениях измерительного оборудования.

2 В медицинском оборудовании класса I может потребоваться отдельно измерять ток утечки от доступных проводящих частей, которые не подключены к проводу защитного заземления (различные допустимые значения приведены в таблице 4).



КЛАСС I

Обозначения приведены в таблице 1



КЛАСС II

Обозначения приведены в таблице 1

Рисунок 23 - Схема для измерения тока утечки оборудования:

дифференциальный метод

#### 5.3.3.4 Измерение тока утечки рабочей части

Измерение тока утечки рабочей части осуществляют следующим образом:

- для рабочей части типа В обычно отдельное измерение не требуется. Они связаны с корпусом и включены в измерение тока утечки корпуса с такими же допустимыми значениями.

#### Примечания

- отдельное измерение тока утечки рабочей части типа В требуется только в том случае, если оно предписано изготовителем в сопроводительных документах на оборудование.

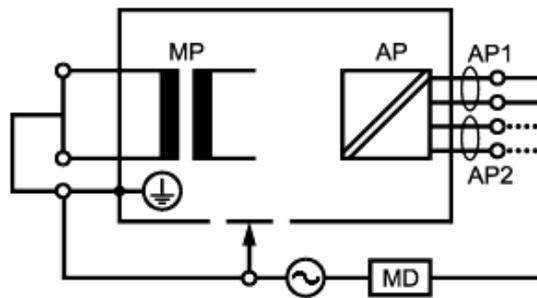
- рабочая часть типа F должна измеряться от всех связей пациента одной функции рабочей части, соединенных между собой в соответствии с рисунками 24-26, или, как предписано изготовителем.

При испытании медицинского оборудования с несколькими рабочими частями следует подключить их по очереди и соблюдать соответствующие пределы, указанные в таблице 4. Рабочие части, которые не являются частью измерения, должны оставаться изолированными.

Допустимые значения приведены в таблице 4 или в приложении E.

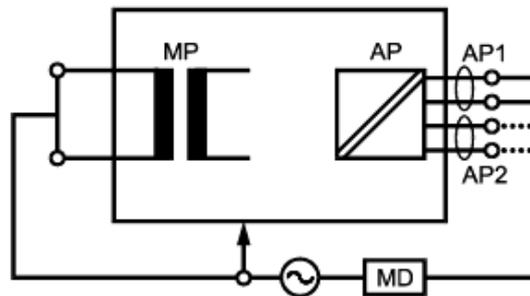
#### 5.3.3.5 Альтернативный метод

Измерение в медицинском оборудовании, имеющем рабочую часть типа F, проводят в соответствии с рисунком 25 для медицинского оборудования, работающего от сети.



КЛАСС I

Обозначения приведены в таблице 1



КЛАСС II

Обозначения приведены в таблице 1

Рисунок 25 - Схема для измерения тока утечки рабочей части: рабочая часть типа F: альтернативный метод

### 5.3.3.6 Прямой метод

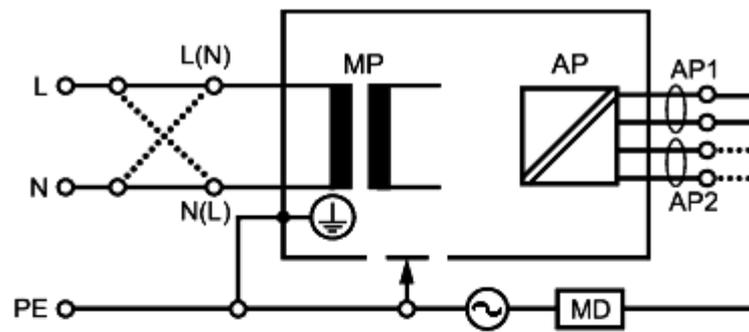
Измерения проводят:

- при сетевом напряжении;
- в любом положении сетевого штепселя, если применимо;
- в соответствии с рисунком 26, или
- в соответствии с рисунком 27 в медицинском оборудовании, имеющем

внутренний источник электропитания.

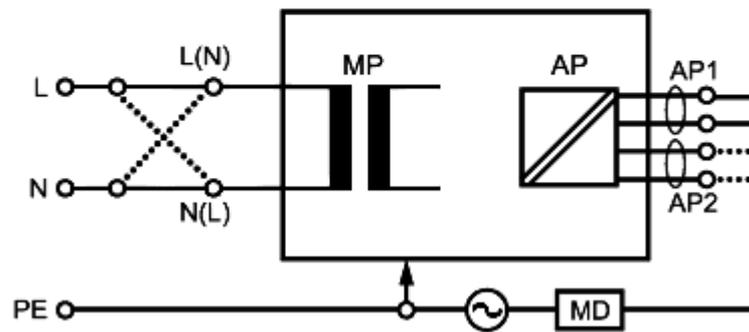
#### Примечание

В случае питания ИТ-систем, это измерение требует специальной измерительной схемы, например, с собственной интегрированной TN-системой.



КЛАСС I

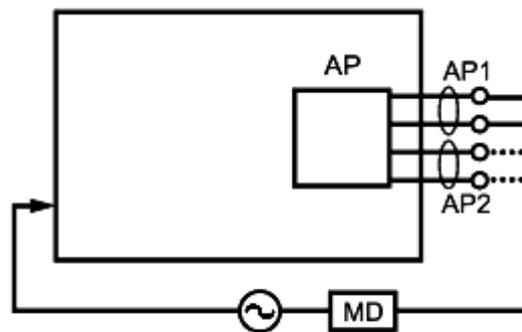
Обозначения приведены в таблице 1



КЛАСС II

Обозначения приведены в таблице 1

Рисунок 26 - Схема для измерения тока утечки рабочей части: сетевое напряжение на рабочую часть типа F: прямой метод



Обозначения приведены в таблице 1

Рисунок 27 - Схема для измерения тока утечки рабочей части для оборудования с внутренним источником электропитания: прямой метод

Таблица 4 - Допустимые значения тока утечки

Ток, мкА	Рабочая часть		
	Тип В	Тип ВF	Тип CF
Ток утечки оборудования- альтернативный метод( рисунок 20):			
- ток утечки оборудования для доступных проводящих деталей медицинского оборудования класса I, подключенного или не подключенного к проводу защитного заземления;	1000	1000	1000
- ток утечки оборудования для медицинского оборудования класса I	500	500	500
- ток утечки оборудования - прямой или дифференциальный метод( рисунок 21 или рисунок 22):			
- ток утечки оборудования класса I для доступных проводящих частей, не являющихся рабочей частью, подключенных или не подключенных к проводу защитного заземления;	500	500	500
- ток утечки оборудования для медицинского оборудования класса II	100	100	100
- ток утечки рабочей части - альтернативный метод (а.с.)( рисунок 23)			
- ток утечки рабочей части		5000	50
Ток утечки рабочей части- прямой метод (а.с.) (рисунок 24 или рисунок 25)			
Ток утечки рабочей части (сетевое напряжение на рабочей части)		5000	50

### 5.3.4 Измерение сопротивления изоляции

Оборудование должно быть отключено от сети электропитания и сопротивление изоляции оборудования следует измерять в соответствии с рисунками 27-29.

Во время измерения все выключатели сетевой части должны быть в рабочем состоянии (вкл), чтобы в измерение была включена, насколько это возможно, вся изоляция сетевой части.

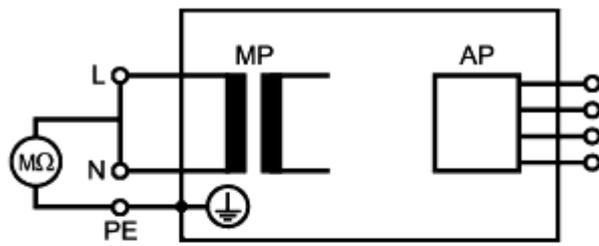
Измерение сопротивления изоляции следует выполнять при напряжении 500 В (d.c., постоянного тока).

#### Примечание

Чтобы предотвратить повреждение оборудования, измерение сопротивления изоляции между рабочими частями и соединителем защитного заземления, соответственно, корпусом, может осуществляться только в том случае, если оборудование подходит для таких измерений.

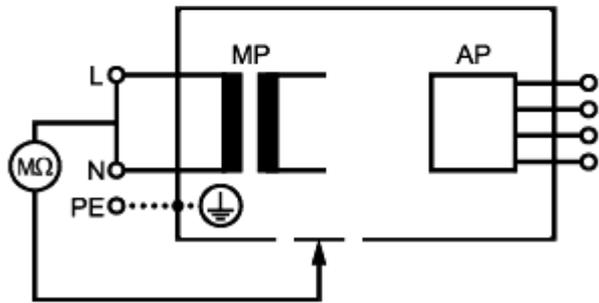
Сопротивление изоляции измеряют между:

- сетевой частью и защитным заземлением для медицинского оборудования класса I в соответствии с рисунком 27;
- сетевой частью и (незаземленными) доступными проводящими частями для медицинского оборудования класса II и класса III в соответствии с рисунком 27;
- сетевой частью и рабочими частями, которые образуют подключение пациента в соответствии с рисунком 28;
- рабочей частью типа F, которые образует подключение пациента и защитным заземлением для оборудования класса I в соответствии с рисунком 29;
- рабочей частью типа F, которая образует подключение пациента и (незаземленными) доступными проводящими частями для оборудования класса I и класса II в соответствии с рисунком 29.



КЛАСС I

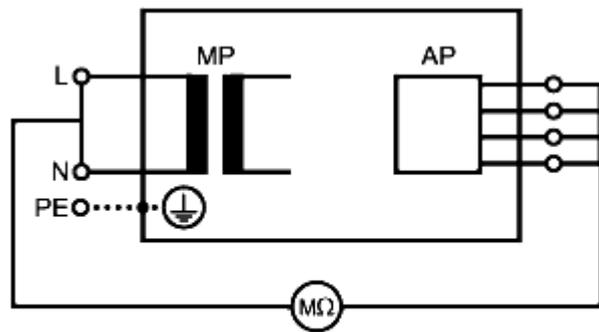
Обозначения приведены в таблице 1



КЛАСС I и КЛАСС II

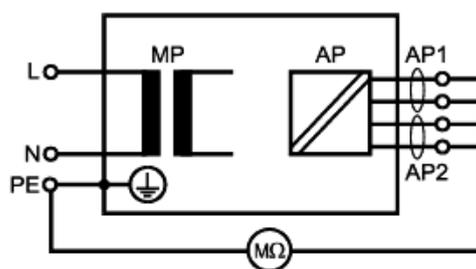
Обозначения приведены в таблице 1

Рисунок 27 - Схема для измерения сопротивления изоляции между сетевой частью и защитным заземлением для оборудования класса I и (незаземленными) доступными проводящими частями для оборудования класса I и класса II



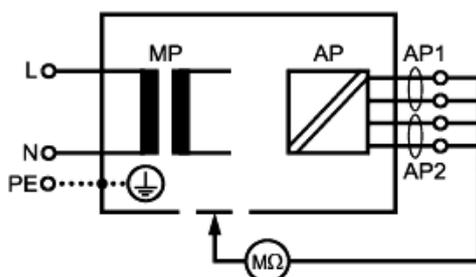
Обозначения приведены в таблице 1

Рисунок 28 - Схема для измерения сопротивления изоляции между сетевой частью и рабочей частью, которые образуют подключение пациента



КЛАСС I

Обозначения приведены в таблице 1



КЛАСС I и КЛАСС II

Обозначения приведены в таблице 1

Рисунок 29 - Схема для измерения сопротивления изоляции между рабочими частями типа F, которые образуют подключение пациента, и защитным заземлением для оборудования класса I и между рабочими частями типа F, которые образуют подключение пациента и (незаземленными) доступными проводящими частями для медицинского оборудования класса I и класса II

#### 5.4 Функциональные испытания

Связанные с безопасностью функции оборудования следует испытывать в соответствии с рекомендациями изготовителя, при необходимости при помощи специалиста, знакомого с использованием медицинского оборудования или медицинских систем.

##### Примечание

В данном контексте функциональные тесты представляют собой испытания, касающиеся различных аспектов работы оборудования, которые определены в МЭК 60601-1 и в частных стандартах серии МЭК 60601 и указаны в эксплуатационной документации.

## **6 Результаты испытаний и оценка**

### **6.1 Отчетность о результатах**

Все выполненные испытания должны быть полностью документально оформлены. Набор документации должен включать, как минимум, следующие данные:

- идентификация организации, проводившей испытания (например, компания, отдел);
- фамилию, инициалы лица (лиц), которые осуществляли испытание и оценку;
- идентификация испытанного оборудования/системы( например, тип, серийный номер, инвентарный номер) и принадлежностей;
- испытания и измерения;
- дата, тип и результат/результаты:
- визуальной инспекции;
- измерений (измеренных значений, метода измерения, измерительного оборудования);
- функционального тестирования в соответствии с 5.4;
- заключительные оценки;
- дата и утверждение специалиста, который проводил оценку;
- если применимо (по решению ответственной организации), то проверенное оборудование/систему следует соответственно маркировать/идентифицировать.

Пример тестовой документации приведен на рисунке G.1

### **6.2 Оценка**

Оценка безопасности медицинского оборудования или медицинской системы должна быть выполнена аттестованным специалистом( как это определено в МЭК 61140), который прошел соответствующую подготовку по испытываемому оборудованию.

Если безопасность медицинского оборудования или медицинской системы нельзя гарантировать, например, в результате испытаний, перечисленных в разделе 5, не были получены положительные результаты, то медицинское оборудование или медицинская система должны быть соответствующим образом промаркированы, и риск, создаваемый медицинским оборудованием или медицинской системой, должен быть документально оформлен в письменном виде ответственной организацией.

## Приложение А

(справочное)

Общее руководство и обоснование

### А.1 Пользователи, для которых предназначен настоящий стандарт

В таблице А.1 приведен список пользователей настоящего стандарта и их возможные интересы.

Таблица А.1 - Пользователи и их возможная заинтересованность в настоящем стандарте

Пользователи	Возможный интерес
Изготовитель медицинского оборудования	<ul style="list-style-type: none"><li>- описание соответствующих методик испытаний;</li><li>- ссылка на стандарт, не предусматривающий новые методы испытаний;</li><li>- применение согласованных методов испытаний;</li><li>- набор методов испытаний для проверки состояния оборудования в течение срока эксплуатации при нормальных условиях без разрушения;</li><li>- глобальные методы испытаний и испытательное оборудование;</li><li>- МЭК 60601-1 требует проведения испытаний в течение срока службы</li></ul>

Продолжение таблицы А.1

Пользователи	Возможный интерес
Изготовитель испытательного оборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>- разработка измерительного оборудования, которое обеспечивает проведение всех необходимых методов испытания в одном тестере (анализаторе безопасности);</li> <li>- получение уникальных методов испытаний во всем мире</li> </ul>
Поставщики медицинского оборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>- для обеспечения необходимых технических данных для периодических испытаний;</li> <li>- чтобы гарантировать отсутствие повреждений во время транспортировки;</li> <li>- для обеспечения безопасности оборудования после установки</li> </ul>

Продолжение таблицы А.1

Пользователи	Возможный интерес
<p>Ответственные организации</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- руководящие указания для соблюдения существующих национальных законов;</li> <li>- получение уникальных методов испытаний для каждого медицинского оборудования;</li> <li>- достижение эквивалентного уровня безопасности, в соответствии с МЭК 60601-1;</li> <li>- руководство по периодическим испытаниям медицинского оборудования без указанных методов испытаний;</li> <li>- обеспечить унификацию тестирования медицинского оборудования различных изготовителей</li> </ul>
<p>Обслуживающий персонал (внутренний и внешний)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обеспечение уникального тестирования медицинского оборудования;</li> <li>- руководство по периодическим испытаниям медицинского оборудования без указанных методов испытаний;</li> <li>- руководящие указания по выполнению существующих национальных стандартов;</li> <li>- уникальные методы испытаний для каждого медицинского оборудования;</li> <li>- достижение эквивалентного уровня безопасности в соответствии с МЭК 60601-1</li> </ul>

Таблица А.2 - Критерии выбора различных методов измерения

Метод измерения	Причины "за" использование метода	Причины "против" использования метода
Прямой метод	<ul style="list-style-type: none"> <li>- возможность измерения как постоянного, так и переменного тока утечки;</li> <li>- наибольшая точность при измерении низких уровней тока утечки по сравнению с другими методами;</li> <li>- не зависит от типа переключения в электросети;</li> <li>- измеряет истинный ток утечки, который имеет место при обычном использовании медицинского оборудования;</li> <li>- позволяет проводить прямое сравнение с принятым/утвержденным типом измерений, выполненных в соответствии с МЭК 60601-1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- необходимо разрывать контакт защитного заземления (РЕ) для измерения:</li> <li>- путем подключения резистора 1 кОм (MD) в проводе РЕ во время измерения, что может привести к повышенной опасности для специалиста, проводящего измерения;</li> <li>- на устройствах с большим током утечки(из-за ошибки в испытуемом устройстве);</li> <li>- путем отключения измерительного устройства;</li> <li>- если используется в комбинации с другими устройствами;</li> </ul>

Продолжение таблицы А.2

Метод измерения	Причины" за" использование метода	Причины "против" использования метода
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- испытуемое устройство должно быть электрически изолировано от земли во время измерения, это не представляется возможным , например, для</li> <li>- большинства устройств визуализации с фиксированным монтажом;</li> <li>- большинства стоматологических кресел с фиксированным монтажом;</li> <li>- устройств, подключенных к газовым или водопроводным трубам ;</li> <li>- измерение должно проводиться для каждой полярности электрической сети</li> </ul>

Продолжение таблицы А.2

Метод измерения	Причины "за" использование метода	Причины "против" использования метода
<p><b>Ошибка!</b> метод</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- не зависит от типа выключателя в электрической сети;</li> <li>- испытуемое устройство должно быть электрически изолировано от земли во время измерения;</li> <li>- измеряет общий ток утечки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- меньше подходит для измерений малых токов утечки;</li> <li>- подвержен влиянию внешнего магнитного поля, частоты тока и потреблению тока испытуемым устройством;</li> <li>- измерение следует проводить для каждой полярности электросети;</li> <li>- точность и диапазон частот могут быть ограничены по сравнению с другими методами измерения</li> </ul>

Продолжение таблицы А.2

Метод измерения	Причины "за" использование метода	Причины" против" использования метода
<p><b>Ошибка!</b> метод</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- не требуется TN -система;</li> <li>- требуется только одно измерение (полярность питания сети не имеет значения);</li> <li>- самая высокая безопасность для человека, выполняющего испытание (так как испытуемое устройство отключено от электросети);</li> <li>- не требуется изолировать испытуемое устройство во время измерения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- электронные выключатели в сети электропитания прибора в ходе испытания должны быть замкнуты накоротко (трудновыполнимо для электронных выключателей);</li> <li>- невозможно напрямую сравнивать с другими методами (измеренные величины представляют собой сумму токов утечки обеих полярностей, измеренных с помощью прямого метода или дифференциального метода , поэтому допустимые значения в два раза больше значения для других методов);</li> <li>- может не обнаруживать ток утечки при некоторых условиях (например, большой ток утечки нагревательного элемента)</li> </ul>

## Приложение Б

(справочное)

### Последовательность испытаний

На рисунке Б.1 приведена рекомендуемая последовательность проведения испытаний, описанных в настоящем стандарте. На рисунках Б.2 и Б.3 показаны карты принятия решений, которые будут полезны при определении метода испытаний, применяемого при измерении тока утечки.



Рисунок Б.1 - Последовательность испытаний

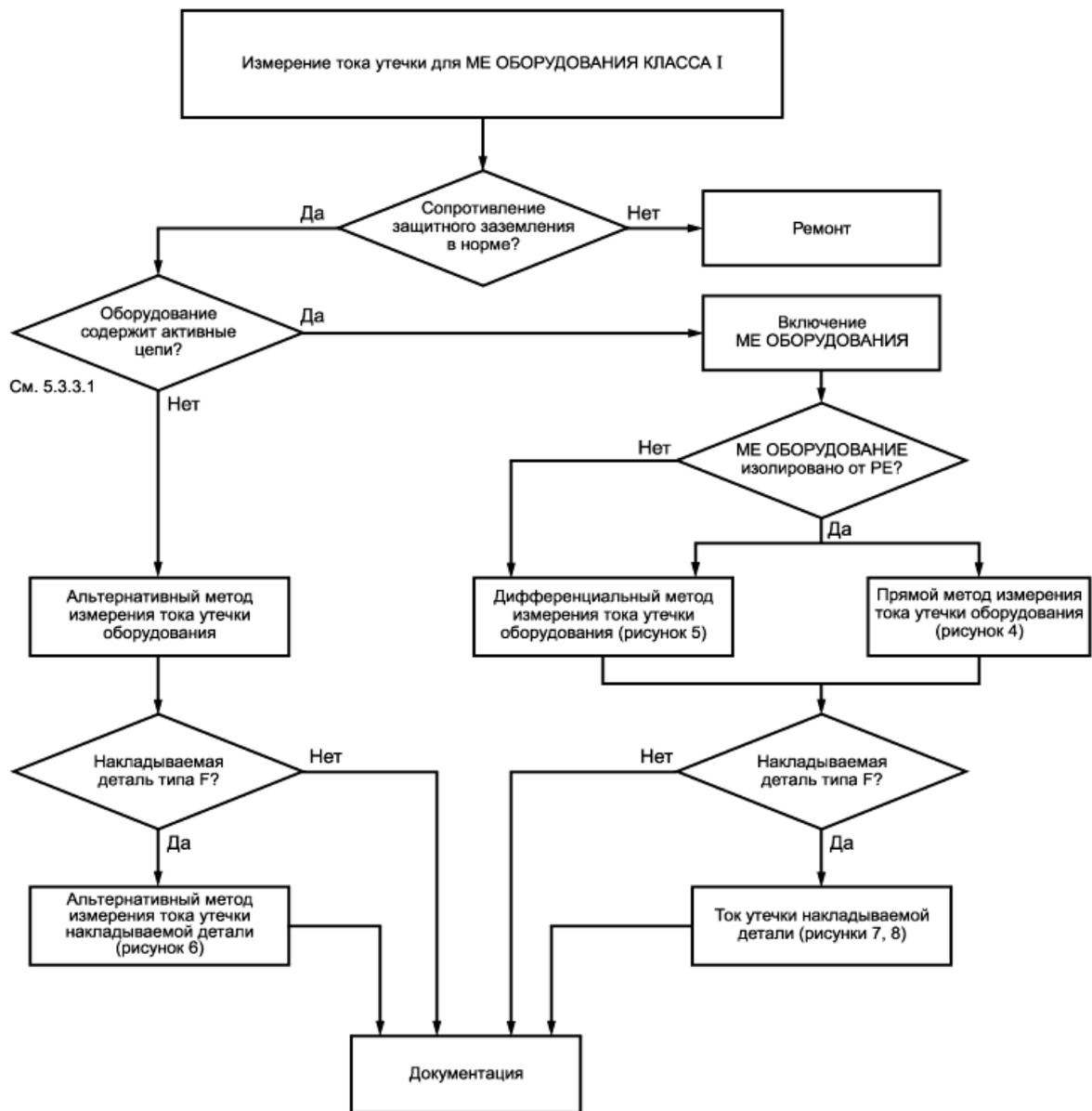


Рисунок Б.2 - Измерение тока утечки( медицинское оборудование класса I)

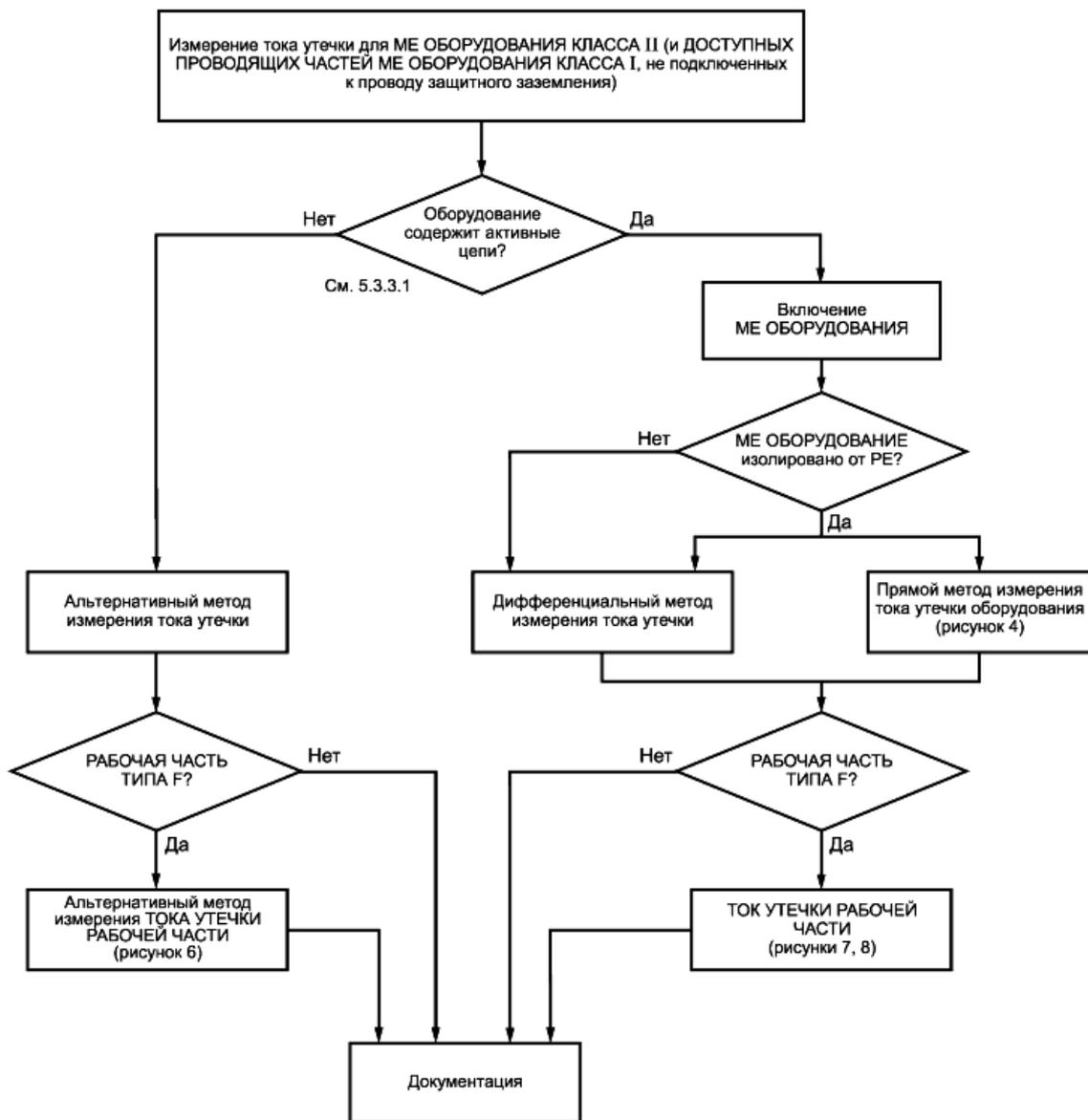


Рисунок Б.3 - Измерение тока утечки(медицинское оборудование класса II и доступные проводящие части оборудования класса I, не подключенных к проводу защитного заземления)

## Приложение В

*(обязательное)*

Требования к измерительному оборудованию и к схемам для измерения сопротивления защитного заземления и тока утечки

### В.1 Требования к измерительному оборудованию:

- для измерений по настоящему стандарту следует использовать только измерительное оборудование, соответствующее МЭК 61010-1 и МЭК 61010-2-010 в отношении электрической безопасности;

- измерительное оборудование должно соответствовать МЭК 61557-2 и МЭК 61557-4, за исключением подраздела 4.6 МЭК 61557-2 и подраздела 4.9 МЭК 61557-4 (требование защиты от постороннего напряжения) для измерительного оборудования, не предназначенного для прямого подключения к стационарной установке;

- операционная неопределенность измерений в рамках диапазона, обозначенного или заявленного изготовителем, не должна превышать  $\pm 10\%$  от измеряемой величины, которую рассчитывают в соответствии с МЭК 61557-1;

- принадлежности для тестирования оборудования должны соответствовать требованиям МЭК 61010-031;

- в нормальных условиях эксплуатации средства измерения не должны создавать опасностей для специалистов или других лиц;

- измерительное оборудование, которое используют для испытаний, следует проверять и калибровать через регулярные интервалы, указанные изготовителем;

- если измерение тока утечки медицинского оборудования класса I осуществляют на основе прямого метода, то защитный провод, ведущий к тестируемому устройству (DUT), может быть оборван во время испытаний. Вместо этого следует использовать другие защитные меры в соответствии с МЭК 61010-1 для защиты от поражения электрическим током во время испытаний;

- любое подключение к земле тестируемого устройства может привести к неправильным данным измерения при использовании прямого метода. Поэтому

настройка измерительного оборудования должна обеспечивать гальваническую развязку от земли, либо необходимо уделить внимание необходимости изолированного расположения испытуемого устройства путем автоматического предупреждения или хорошо видимой маркировки;

- в измерительном оборудовании следует гарантировать гальваническую развязку измерительных цепей, в том числе измерительного устройства от сети, включая провод защитного заземления

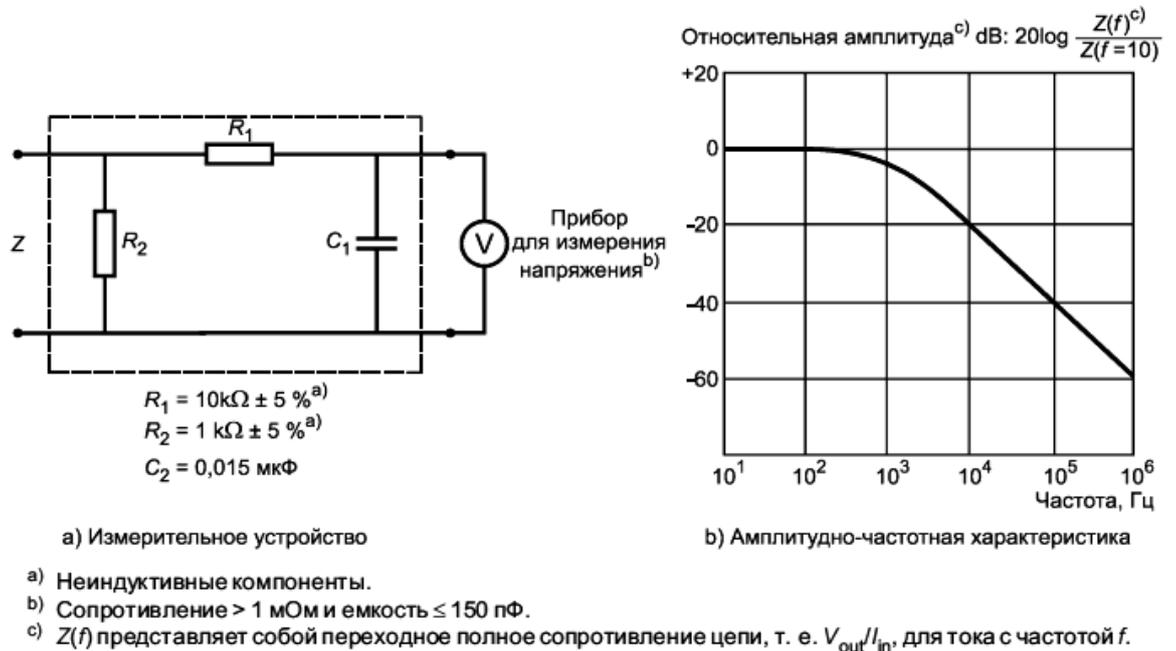
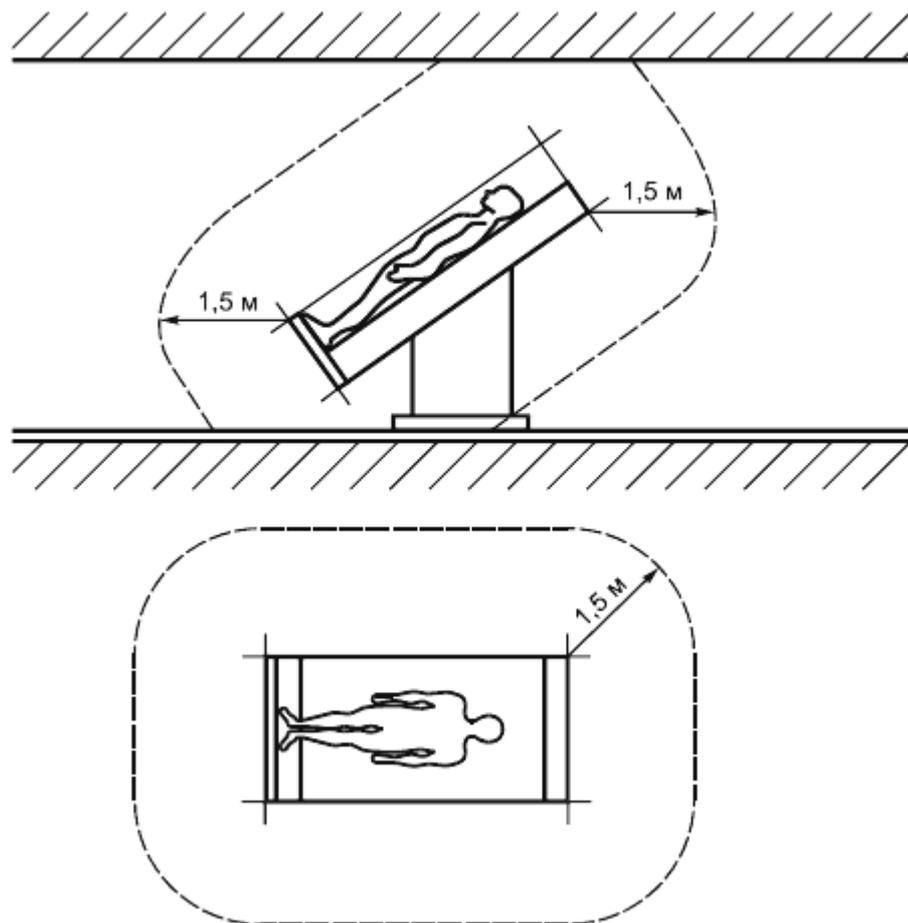


Рисунок В.1 - Пример измерительного устройства и его амплитудно-частотные характеристики

## Приложение Г

(справочное)



Пр и м е ч а н и е - Размеры на рисунке показывают минимальную среду пациента в свободной обстановке.

Рисунок Г.1 - Пример среды пациента

## Приложение Д

(справочное)

Допустимые значения тока утечки

Таблица Д.1 - Допустимые значения для непрерывного тока утечки

Ток в миллиамперах						
Ток	Тип В		Тип ВF		Тип CF	
	N.C	S.F.C	N.C	S.F.C	N.C.	S.F.C
Общий ток утечки на землю	0,5	1 <sup>a)</sup>	0,5	1 <sup>a)</sup>	0,5	1 <sup>a)</sup>
Ток утечки на землю для оборудования <sup>b) d)</sup>	2,5	5 <sup>a)</sup>	2,5	5 <sup>a)</sup>	2,5	5 <sup>a)</sup>
Ток утечки на землю для оборудования <sup>c)</sup>	5	10 <sup>a)</sup>	5	10 <sup>a)</sup>	5	10 <sup>a)</sup>
Ток утечки на корпус	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5
Ток утечки на пациента <sup>e)</sup> d.c.	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05
A.c.	0,1	0,5	0,1	0,5	0,01	0,05
Ток утечки на пациента (сетевое напряжение на сигнальном входе или сигнальном выходе)	-	5	-	-	-	-
Ток утечки на пациента (сетевое напряжение на рабочей части)	-	-	-	5	-	0,05
Дополнительный ток в цепи пациента <sup>e)</sup> d.c	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05
A.c	0,1	0,5	0,1	0,5	0,01	0,05

Таблица Д.2 - Допустимые значения тока прикосновения , тока утечки на землю, тока утечки на пациента и вспомогательного тока пациента при нормальных условиях и в состоянии единичной неисправности

Ток в микроамперах										
Ток	Описание	Ссылка	Измерительная схема		Рабочая часть Тип В		Рабочая часть Тип ВF		Рабочая часть Тип CF	
					N C	SFC	N C	SF C	N C	SFC
Дополнительный ток в цепи пациента		8.7.4.8	<b>Ошибка!</b> 19	d.c .	10	50	10	50	10	50
				a.c .	10 0	500	10 0	50 0	10	50
Ток утечки на пациента	От связи пациента на землю	8.7.4.7, перечисление а)	<b>Ошибка!</b> 15	d.c .	10	50	10	50	10	50
				a.c .	10 0	500	10 0	50 0	10	50

Продолжение таблицы Д.2

Ток в микроамперах										
Ток	Описание	Ссылка	Измери- - тельная схема		Ош Ош Ти п В	Ра- бо- чая Оши Тип ВФ	Ош ча ст ь Ти п СФ	То к	Ош	Оши
	Вызван внешним напряжением на частях <b>Ошибка!</b> сигнала	8.7.4.7, перечис- ление с)	Рису- нок 17	d.c .	10	50	10	50	10	50
Полный ток <b>Ошибка!</b> на паци- ента <sup>а)</sup>	С такими же типами рабо- чих частей, соединенных вместе	8.7.4.7, перечис- ление а) и 8.7.4.7, <b>Ошибка!</b> h)	Рисун- ки 15 и 20	d.c .	50	100	50	10 0	50	100

Ток в микроамперах										
Ток	Описание	Ссылка	Измери- - тельная схема		Ош Ош Ти п В	Ра- бо- чая Оши Тип ВФ	Ош ча ст ь Ти п СФ	То к	Ош	Оши
	Вызван внешним напряжением на частях сигнала	8.7.4.7, перечис- ление с) и 8.7.4.7, перечис- ление h)	Рисун- ки 15 и 20	d.c .	50	100	50	10 0	50	100
				a.c .	50 0		50 0		50	100
Ток утечки		Нормальное состояние еди- ничная неисправность				100 мкА 500 мкА				
Ток утечки на землю		Нормальное состояние Единичная неисправность				5 мА 10 мА				

Таблица Д.3 - Допустимые значения тока утечки на пациента и дополнительных токов в цепи пациента при специальных условиях испытаний

Ток в микроамперах						
Ток	Описание	Ссылка	Измерительная схема	Рабочая часть Тип В	Рабочая часть Тип ВF	Рабочая часть Тип CF
Ток утечки на пациента	Вызван внешним на связи пациента с рабочей частью тип F	8.7.4.7, b)	Рисунок 16	Не применимо	5000	50
	Вызван внешним доступной части без защитного заземления	8.7.4.7, d)	Рисунок 18	500	500	с) -
Полный ток утечки пациента	Вызван внешним напряжением на связи пациента с рабочей частью тип F	8.7.4.7, перечисление b) и 8.7.4.7, h)	Рисунки 16 и 20	Не	5000	100

## Приложение Е

(справочное)

### Интервалы испытаний

Изготовитель медицинского оборудования/медицинских систем для периодических испытаний должен установить интервалы и содержание испытаний, описать их в сопроводительных документах. При установлении интервалов испытаний изготовитель должен принимать во внимание следующее:

- степень риска оборудования;
- частоту его использования;
- среду эксплуатации;
- способ эксплуатации( например, стационарный, мобильный, чрезвычайные ситуации), и
- частоту возникновения неисправностей устройства.

Если в сопроводительных документах нет информации по интервалам периодической проверки (например, для старого оборудования), они должны быть установлены индивидуально компетентным лицом. При определении степени риска должны быть приняты во внимание указанные выше факторы, и соответствующие интервалы испытаний должны быть установлены в диапазоне от 6 до 36 мес. Для следующего оборудования интервал не должен превышать 24 мес:

а) медицинское оборудование/медицинские системы для:

1) генерации и подачи электрической энергии для непосредственного воздействия на функции нервов и/или мышц; на деятельность сердца, в том числе дефибрилляторы;

2) сердечно-сосудистых измерений электрических величин с использованием электрических измерительных зондов в кровеносных сосудах или на обнаженных кровеносных сосудах;

3) генерации и подачи любой энергии для прямой коагуляции, разрушения тканей или расщепления отложений в организме;

4) прямого введения веществ и жидкостей в систему кровообращения с возможностью наращивания давления;

5) искусственной вентиляции легких с анестезией или без анестезии;

6) диагностики с помощью магнитно-резонансной томографии;

7) терапии в барокамерах;

8) гипотермичной терапии;

b) инкубаторы для новорожденных;

c) внешние компоненты активных имплантатов, которые не применяют в режиме непрерывного использования пациентом.

## Приложение Ж

(справочное)

### Пример документации по испытаниям

Организация, выполняющая испытания:  Имя лица, проводящего испытания:	Проверка перед вводом в эксплуатацию (справочная величина) <input type="checkbox"/>  Периодические испытания <input type="checkbox"/>  Испытания после ремонта <input type="checkbox"/>	
Ответственная организация:		
Оборудование:	Идентификационный номер:	
Тип:	Производственный/серийный номер	
Изготовитель:	Класс защиты: I II Батарея	
Тип накладываемой детали: 0 В ВF CF	Подключение сети <sup>1)</sup> : PИE NPS DPS	
Принадлежности:		
Испытание:	Соответствует	
Измерительное оборудование	Да	Нет
Визуальная инспекция:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Измерение: измеренное значение	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Сопротивление защитного заземления Ом	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ток утечки оборудования (в соответствии с рисунком_) мА	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Приложение И

(справочное)

### Карта напряжений транзисторов

Позиционные обозначения	Напряжение, В			Примечание
	Ошибка!	эмиттер	База	
1 Устройство управления и индикации				
VT3	3,5	0	0	При включении прибора
	0,2	0	0,7	При включении магнитотерапевтического воздействия
VT4 - VT8	12 - 15	0	0	При включении прибора
	0,2	0	0,7	При включении магнитотерапевтического воздействия( если подключен соответствующий излучатель)
2 Устройство формирования импульсов				
VT5	4,5	0	0	Излучатель деактивирован
	0,2	0	0,7	Излучатель активирован

## Приложение К

(справочное)

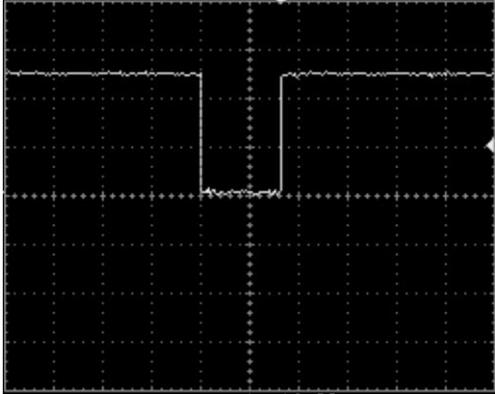
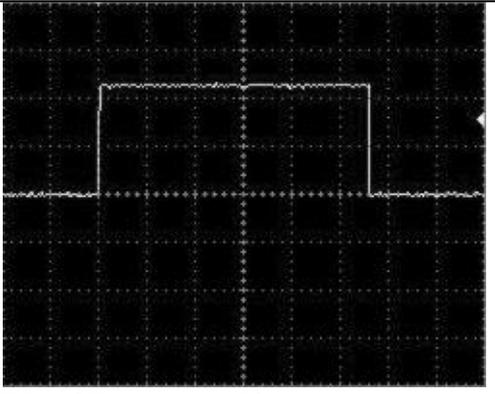
Таблица К.1 - Карта напряжений микросхем

Поз. Ошибка!	Напряжение, В																Примечание
	Номера выводов																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1 Устройство Ошибка! и Ошибка! DD2				0	0	0	0						0	0	5	5	После включения аппарата

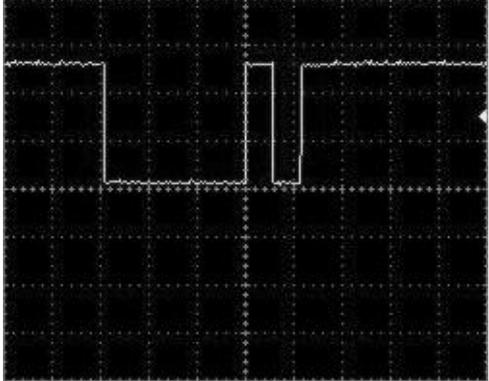
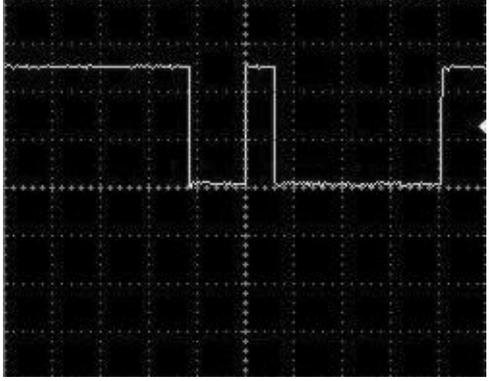
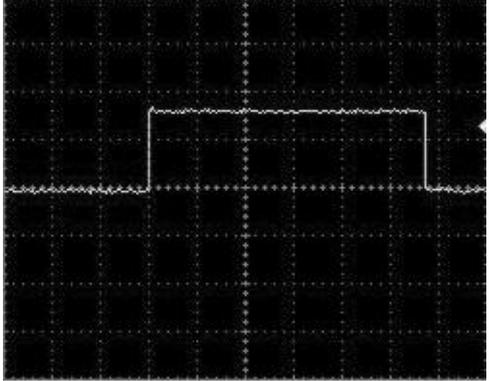
## Приложение Л

(справочное)

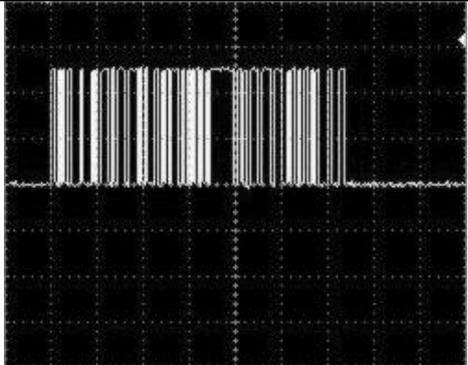
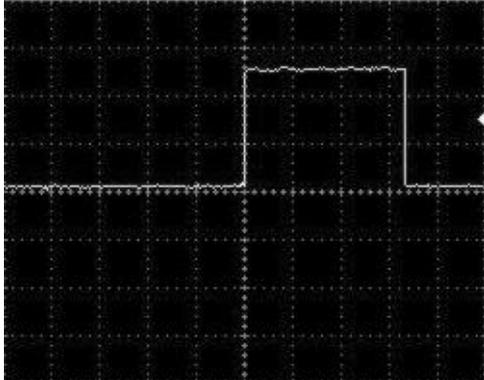
Таблица Л.1 - Карта импульсных напряжений

Позиционное обозначение	Ошибка! или № вывода	Осциллограммы напряжений	Примечание
1	2	3	4
Устройство управления и индикации  DD1	1,2,3	 $U = 2\text{В/ кл. } t = 25 \text{ мкс/ кл.}$ развертка: ждущая	
	9	 $U = 2\text{В/ кл. } t = 50 \text{ мс/ кл.}$ развертка: ждущая	При включении аппарата

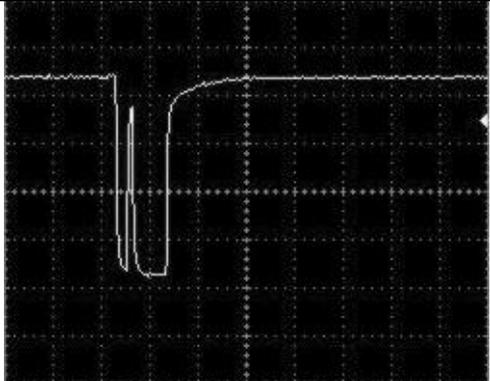
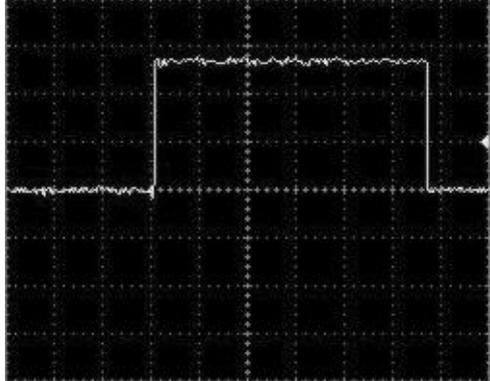
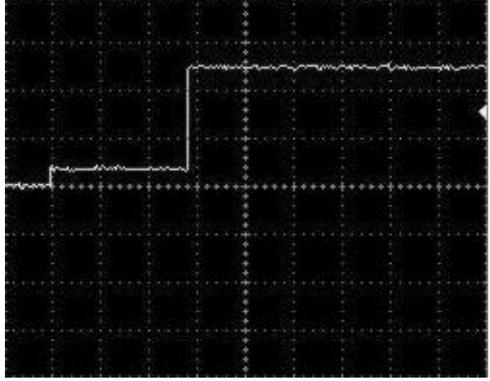
Продолжение таблицы Л.1

1	2	3	4
	10	 <p data-bbox="778 678 1286 757">U = 2В/ кл.; t = 10 мкс/ кл.; развертка: ждущая</p>	<p data-bbox="1310 293 1528 499">Сигнал ответа одно- го из <b>Ошибка!</b> устройств</p>
	11	 <p data-bbox="778 1164 1286 1243">U = 2В/ кл.; t = 10 мкс/ кл.; развертка: ждущая</p>	<p data-bbox="1310 779 1528 947">Сигнал опроса одного из устройств</p>
	14	 <p data-bbox="778 1630 1161 1709">U = 2В/ кл. t = 50 мс/ кл. развертка: ждущая</p>	<p data-bbox="1310 1245 1528 1373">При вклю- чении аппарата</p>

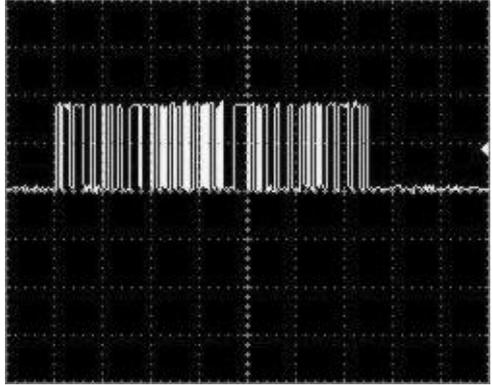
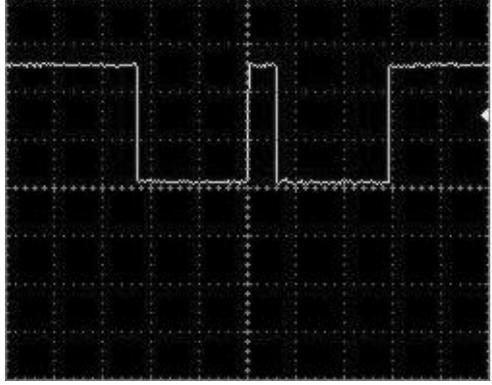
Продолжение таблицы Л.1

1	2	3	4
	15	 <p data-bbox="778 629 1289 719"><math>U = 1\text{В/ кл.}; t = 250 \text{ мс/ кл.};</math> развертка: ждущая</p>	<p data-bbox="1310 264 1532 427">При включении <b>Ошибка!</b> воздействия</p>
	17	 <p data-bbox="778 1099 1289 1182"><math>U = 2\text{В/ кл.}; t = 25 \text{ мкс/ кл.};</math> развертка: ждущая</p>	

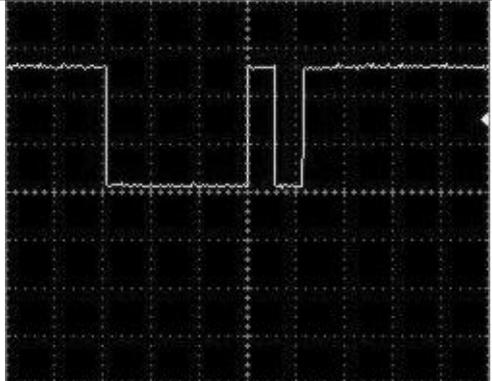
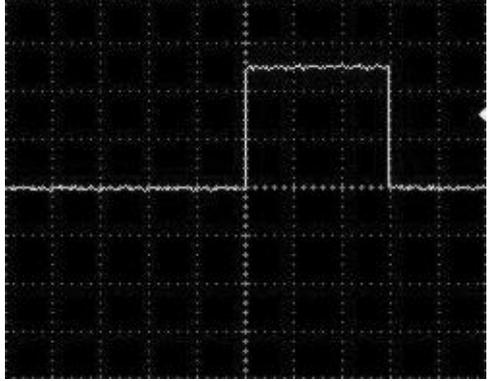
Продолжение таблицы Л.1

1	2	3	4
DA2	6 ( <b>Ошибка!</b> 7)	 <p data-bbox="778 651 1284 734"> <math>U = 2\text{В/ кл.}</math> <math>t = 50 \text{ мкс/ кл.}</math>                      развертка: ждущая                 </p>	Сигнал опроса без ответа соот- ветствующе- го устройства
VT1	Б - Э	 <p data-bbox="778 1169 1284 1252"> <math>U = 500 \text{ мВ/ кл.}</math> <math>t = 50 \text{ мс/ кл.}</math>                      развертка: ждущая                 </p>	При включении аппарата
	К - Э	 <p data-bbox="778 1641 1284 1724"> <math>U = 2 \text{ В/ кл.}</math> <math>t = 100 \text{ мс/ кл.}</math> раз-                      вертка: ждущая                 </p>	При включении аппарата

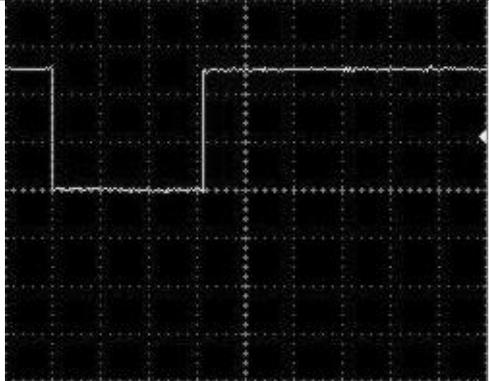
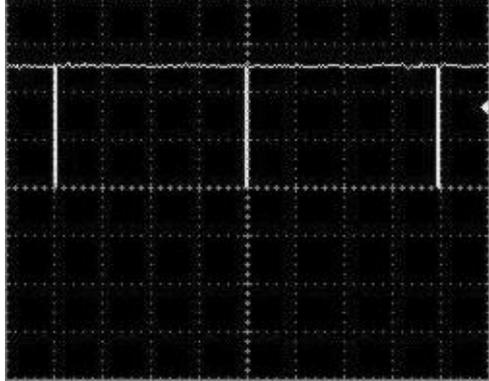
Продолжение таблицы Л.1

1	2	3	4
VT2	Б - Э	 <p data-bbox="778 640 1286 719">U = 500 мВ/ кл. t= 250 мс/ кл. развертка: ждущая</p>	<p data-bbox="1310 253 1530 506">При включении магнитотерапевтического воздействия</p>
	10	 <p data-bbox="778 1115 1286 1193">U = 2В/ кл. t= 10 мкс/ кл. развертка: ждущая</p>	<p data-bbox="1310 728 1530 891">Сигнал опроса одного из устройств</p>

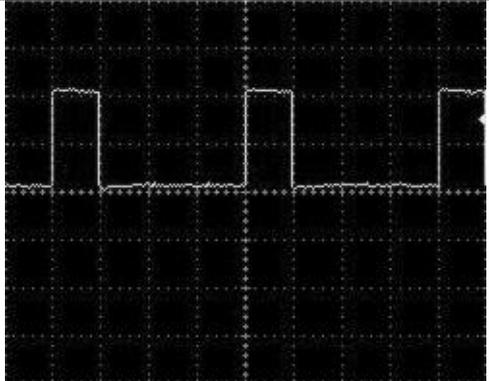
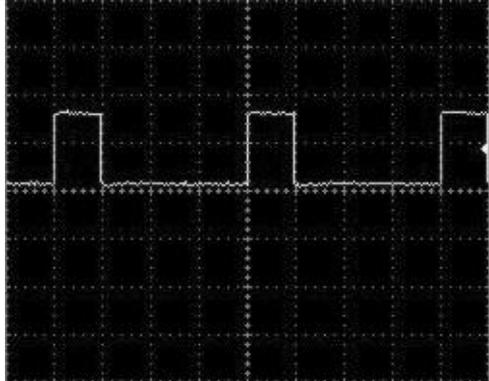
Продолжение таблицы Л.1

1	2	3	4
	11	 <p data-bbox="778 651 1289 730">U = 2В/ кл. t= 10 мкс/ кл. раз- вертка: ждущая</p>	Сигнал отве- та одного из <b>Ошибка!</b> устройств
	17	 <p data-bbox="778 1126 1289 1205">U = 2В/ кл.; t= 50 мкс/ кл.; развертка: ждущая</p>	

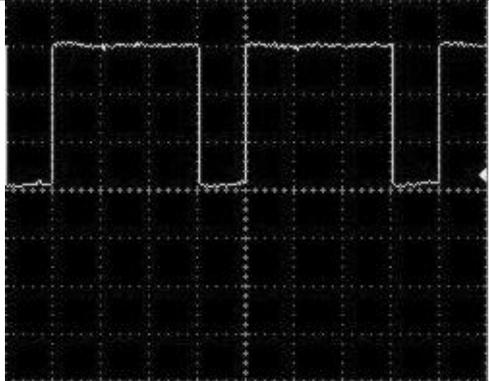
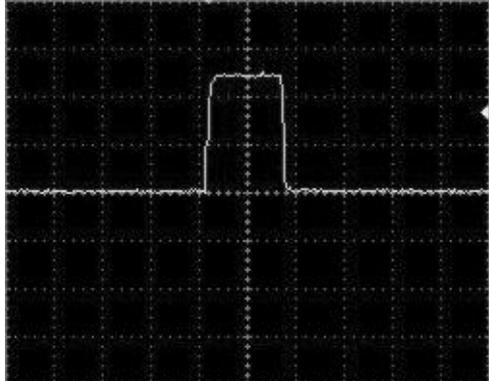
Продолжение таблицы Л.1

1	2	3	4
	1,2...8	 <p data-bbox="778 651 1286 734">U = 2В/ кл. t= 250 мкс/ кл. развертка: ждущая</p>	
	<p data-bbox="628 779 762 813"><b>Ошибка!</b></p> <p data-bbox="628 857 762 891"><b>Ошибка!</b></p>	 <p data-bbox="778 1167 1161 1249">U = 2В/ кл. t= 25 мс/ кл. развертка: ждущая</p>	<p data-bbox="1310 779 1528 1115">При включении магнитотерапевтического воздействия и B=20 мТл, F= 40 Гц</p>

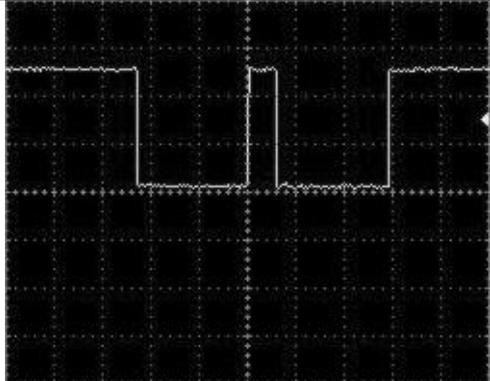
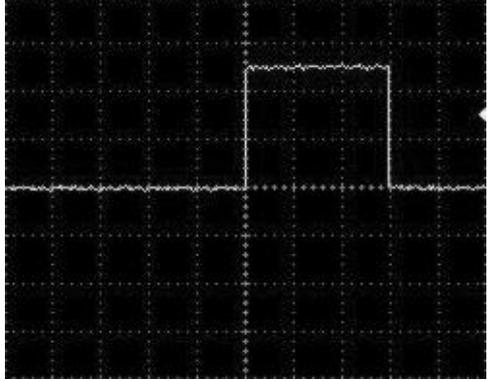
Продолжение таблицы Л.1

1	2	3	4
DD2	4,5,6,7	 <p data-bbox="778 651 1289 725">U = 2В/ кл.; t= 10 мс/ кл.; раз- вертка: ждущая</p>	<p data-bbox="1310 271 1533 607">При включении магнитоте- рапевтиче- ского воздействия и B=20 мТл, F= 100 Гц</p>
	Б - Э	 <p data-bbox="778 1122 1289 1196">U = 500 мВ/ кл.; t= 10 мс/ кл.; развертка: ждущая</p>	<p data-bbox="1310 741 1533 987">При включении <b>Ошибка!</b> воз- действия и B=20 мТл, F= 100 Гц</p>

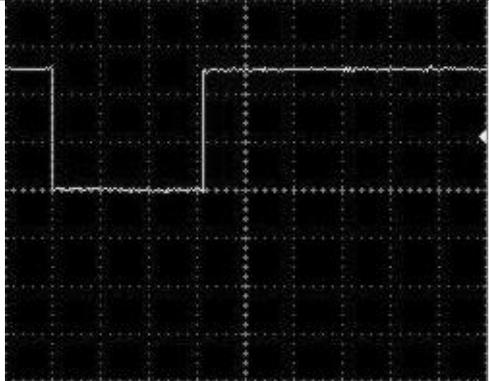
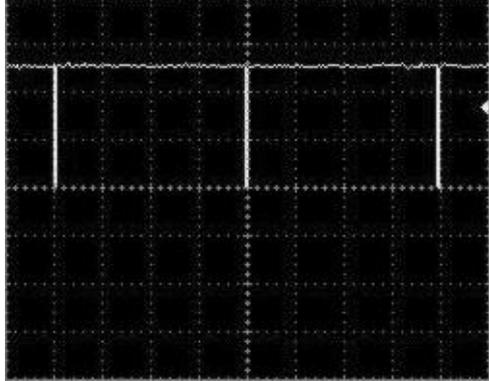
Продолжение таблицы Л.1

1	2	3	4
VT1, VT2, VT3, VT4	К - Э	 <p data-bbox="778 651 1286 730">U = 20 В/ кл.; t= 10 мс/ кл.; развертка: ждущая</p>	
VT6, VT7...VT29	З - И	 <p data-bbox="778 1122 1286 1200">U = 2В/ кл. t= 500 мкс/ кл. развертка: ждущая</p>	<p data-bbox="1310 741 1528 1070">При включении магнитотерапевтического воздействия и B=20 мТл, F= 40 Гц</p>

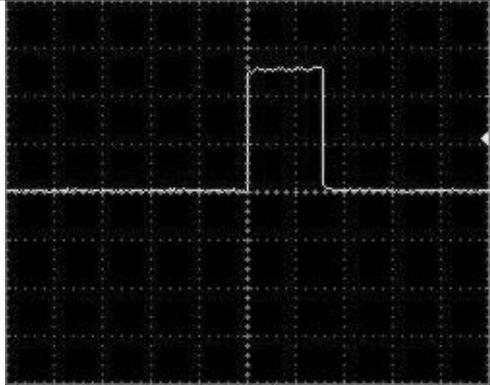
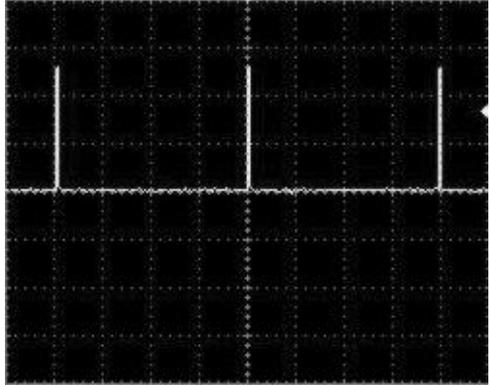
Продолжение таблицы Л.1

1	2	3	4
	2	 <p data-bbox="778 651 1289 734">U = 2В/ кл. t= 10 мкс/ кл. развертка: ждущая</p>	Сигнал опроса одно- го из устройств
	11	 <p data-bbox="778 1126 1289 1205">U = 2В/ кл.; t= 25 мкс/ кл.; развертка: ждущая</p>	

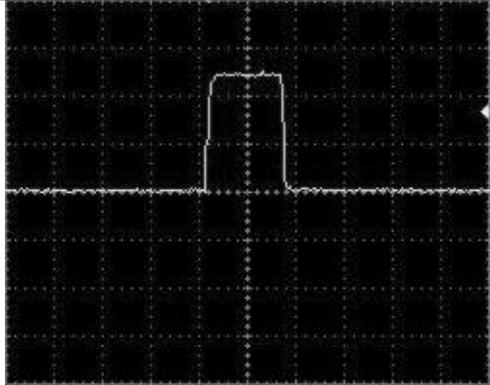
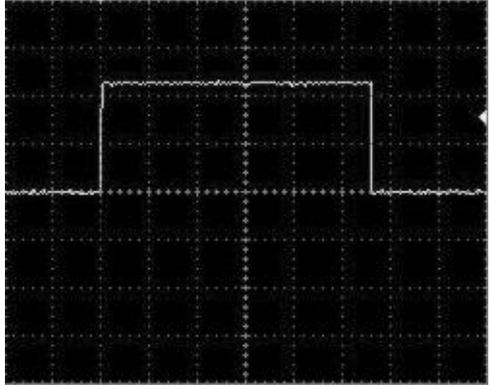
Продолжение таблицы Л.1

1	2	3	4
	<p><b>Ошибка!</b></p>	 <p><math>U = 2\text{В/ кл. } t = 250 \text{ мкс/ кл.}</math> развертка: ждущая</p>	<p>При включении магнитотерапевтического воздействия и <math>B=20 \text{ мТл}</math>, <math>F=40 \text{ Гц}</math></p>
		 <p><math>U = 2\text{В/ кл. } t = 25 \text{ мс/ кл.}</math> развертка: ждущая</p>	

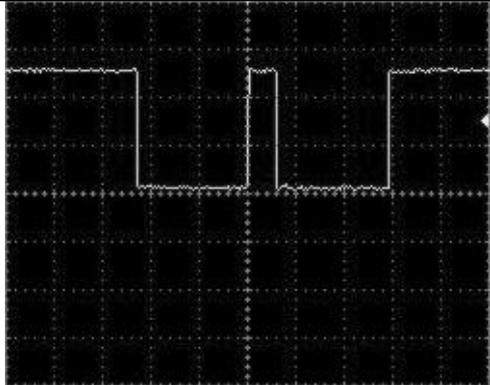
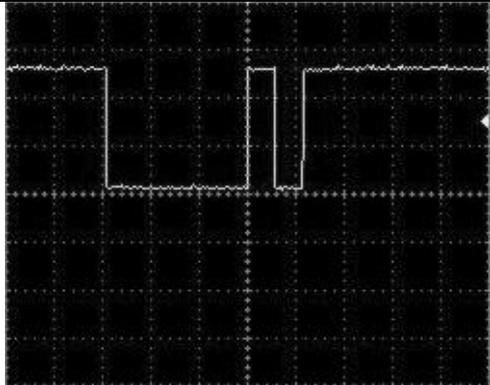
Продолжение таблицы Л.1

1	2	3	4
		 <p data-bbox="778 649 1284 739"> <math>U = 2\text{В/ кл.}</math> <math>t = 500 \text{ мкс/ кл.}</math>                      развертка: ждущая                 </p>	
DD2	2, 4, 6, 8, 10, 12	 <p data-bbox="778 1164 1284 1254"> <math>U = 2\text{В/ кл.}</math> <math>t = 25 \text{ мс/ кл.}</math> раз-                      вертка: ждущая                 </p>	<p data-bbox="1308 779 1532 1120">                     При включении магнитотерапевтического воздействия и <math>B=20 \text{ мТл}</math>, <math>F= 40 \text{ Гц}</math> </p>

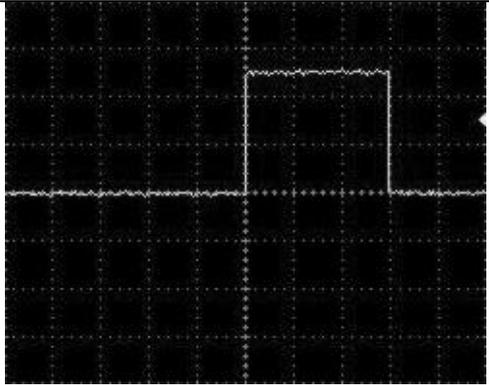
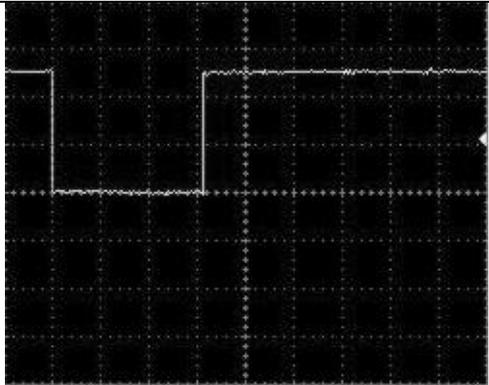
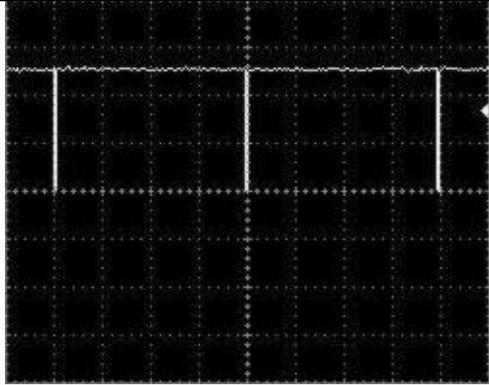
Продолжение таблицы Л.1

1	2	3	4
VT1, VT2...VT6	3 - И	 <p data-bbox="778 654 1284 739">U = 2В/ кл. t= 500 мкс/ кл. развертка: ждущая</p>	<p data-bbox="1310 271 1532 515">При включении <b>Ошибка!</b> воздействия и V=20 мТл, F= 40 Гц</p>
Устройство защиты ГИКС.468243.101 ЭЗ DD1	1	 <p data-bbox="778 1169 1284 1254">U = 2В/ кл. t= 50 мс/ кл. развертка: ждущая</p>	<p data-bbox="1310 786 1532 907">При включении аппарата</p>

Продолжение таблицы Л.1

1	2	3	4
	2	 <p data-bbox="778 660 1284 739"><math>U = 2\text{В/ кл. } t = 10 \text{ мкс/ кл.}</math> развертка: ждущая</p>	Сигнал опроса одного из устройств
	3	 <p data-bbox="778 1211 1284 1290"><math>U = 2\text{В/ кл. } t = 10 \text{ мкс/ кл.}</math> раз- вертка: ждущая</p>	Сигнал ответа одного из устройств <b>Ошибка!</b>

Продолжение таблицы Л.1

1	2	3	4
	11	 <p data-bbox="778 667 1289 757"><math>U = 2\text{В/ кл.}; t = 25 \text{ мкс/ кл.};</math> развертка: ждущая</p>	
		 <p data-bbox="778 1218 1289 1308"><math>U = 2\text{В/ кл. } t = 250 \text{ мкс/ кл.}</math> развертка: ждущая</p>	
VT1, VT2...VT5	К-Э	 <p data-bbox="778 1776 1289 1865"><math>U = 2\text{В/ кл. } t = 25 \text{ мс/ кл.}</math> раз- вертка: ждущая</p>	<p data-bbox="1310 1391 1533 1731">При включении магнитоте- рапевтиче- ского воздействия и <math>B=20 \text{ мТл},</math> <math>F= 10 \text{ Гц}</math></p>

## Список использованных источников

1. Форсин, В.Н. «Медицинские стеризаторы»: учеб. пособие/ В.Н. Форсин, В.Б. Цибилов, Б.Я. Рабинький. - М.: «Медицина», 1981, - 256 с.
2. Шкаф сушильный электрический прямоугольный ШС-40М, техническое описание и инструкция по эксплуатации. Казанский завод медицинской аппаратуры.
3. Стерилизатор воздушный ГП-80 Паспорт. Белгород-Днестровский медико-инструментальный завод.
4. Предко, М. Руководство по микроконтроллерам; Том I: учеб. пособие/ М. Предко.– М.: Постмаркет, 2001. – 416с.
5. Опадчий, Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника: учеб. пособие/ Ю.Ф. Опадчий. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2002. – 768с.
6. Тавернье, К. PIC-микроконтроллеры. Практика применения: учеб. пособие/ К. Тавернье. – М.: ДМК Пресс, 2002. -272 с.
7. Долин, П.А. Основы техники безопасности в электрических установках: Учеб. Пособие для вузов; 2-е изд., перераб. и доп / П.А. Долин. – М.: Энергоавтомиздат, 1984 г. – 448с., ил.
8. ГОСТ 50267.0-92 (МЭК 601-1-88). Изделия медицинские электрические. Общие требования и методы испытаний. М.,1994.
9. Котеник, В.Ф. Охрана труда: учеб. пособие/ В.Ф. Котеник. – М.Высшая школа, 1990 г. 286с.
10. СНиП 23–05–95. Естественное и искусственное освещение. Госкомсанэпиднадзор России. Москва. – 1995г.
11. Егель, А.Э. Расчет необходимого воздухообмена в помещениях: Методические указания/ А.Э. Егель, С.Х. Корчагина. – Оренбург: Оренбургский Государственный Университет, – 18с.
12. Долин, П.А. Справочник по технике безопасности: 5-е изд., перераб. и доп./ Долин П.А. — М.: Энергоиздат, 1982. – 800 с., ил.
13. Эргономика: Учебник / Под ред. Крылова А.А., Суходольского Г.В. – Л.: Изд-во Ленинградского университета. 1988. – 184 с.

14. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. Москва, Госэнергонадзор. 1994.
15. Гришина, М.Е. Охрана труда: Сборник инструкций/ М.Е. Гришина. – М.:Марыся, 1998.
16. Новиков, Ю.В. Среда обитания и человек: учеб. пособ. для студ. вузов: В 2-х ч./ Ю.В. Новиков, В.М. Подольских. – М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 1994. – 398с.
17. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений СанПин 2.2.4.548–96 Госкомсанэпидемнадзор России, М. 1996.
18. Протасов, В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: Учебное и справочное пособие; 2-е изд./ В.Ф. Протасов.– М.: Финансы и статистика, 2000. – 672 с., ил.
19. Снакин, В.В. Экология и охрана природы: словарь–справочник; под ред. академика А.Л. Яншина./ В.В. Снакин. – М.: Akademia, 2000. – 384 с.: ил.
20. Зайцев, В.А. Промышленная экология: Учебное пособие / В.А. Зайцев. – М.:РХТУ им. Д.И. Менделеева. М., 1998. –140 с.-
21. Шалаев Н. Основы ассемблера: методические указания/ Н. Шалаев, Е. Осин. – М.: Солон, 1996 – 297
22. ГОСТ Р ИСО 11737-1-95. Стерилизация медицинской продукции. Микробиологические методы. Часть 1. Оценка популяции микроорганизмов в продукте. – Введ. 2002-17-01. – М.:2003. – 21с.
23. ГОСТ Р 51609-2000. Изделия медицинские. Классификация в зависимости от потенциального риска применения. Общие требования. – Введ. 2001-07-01. – М.:2005. – 11с.
24. ГОСТ Р ИСО Ш38-1-2000. Стерилизация медицинской продукции. Биологические индикаторы. Часть1. Технические требования. – Введ. 2001-06-01. – М.:2000. – 14с.-
25. ОСТ Р 51935-2002. Стерилизаторы паровые большие. Общие технические требования и методы испытаний. – Введ. 2003-07-01. – М.:2002. – 50с.

26. ГОСТ Р ИСО 13683-2000. Стерилизация медицинской продукции. Требования к валидации и текущему контролю. Стерилизация влажным теплом в медицинских учреждениях. – Введ. 2002-01-01. – М.:2001. – 24с.

27. ГОСТ Р ИСО Ш40-1-2000. Стерилизация медицинской продукции. Химические индикаторы. Часть 1. Общие требования. – Введ. 2002-01-01. – М.:2001. – 14с.

28. ГОСТ Р ИСО 11607-2003. Упаковка для медицинских изделий, подлежащих финишной стерилизации. Общие требования. – Введ. 2004-01-01. – М.:2006. – 16с.

29. ГОСТ Р ИСО 11140-2-2001. Стерилизация медицинской продукции. Химические индикаторы. Часть 2. Оборудование и методы. – Введ. 2002-01-01. – М.:2001. – 8с. 2